

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»  
 Отделение нефтегазового дела

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Сооружение подводного перехода газопровода через р. Лена при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири» УДК 622.691.4.074 (204.1)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б5А	Кокорин Игорь Юрьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Саруев А.Л.	К.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	К.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сечин А.А.	К.т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>ОНД ИШПР</b>	Брусник О.В.	К.п.н.		

### Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<b>В соответствии с универсальными, общепрофессиональными и профессиональными компетенциями</b>		
<b>Общие по направлению подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело»</b>		
P1	Применять базовые естественнонаучные, социально-экономические, правовые и специальные знания в области нефтегазового дела, самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, УК-6, УК-7, ОПК-1, ОПК-2), (ЕАС-4.2, АВЕТ-3А, АВЕТ-3и).
P2	Решать профессиональные инженерные задачи на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, УК-8, ОПК-2, ОПК-6, ОПК-7).
<i>в области производственно-технологической деятельности</i>		
P3	Применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику при эксплуатации и обслуживании технологического оборудования нефтегазовых объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-10, ПК-11).
P4	Оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в практической деятельности и применять принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды в нефтегазовом производстве	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-6, ПК-12, ПК-13, ПК-14, ПК-15).
<i>в области организационно-управленческой деятельности</i>		
P5	Эффективно работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, организовывать работу первичных производственных подразделений, используя принципы менеджмента и управления персоналом и обеспечивая корпоративные интересы	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, УК-8, ОПК-3, ОПК-7, ПК-16, ПК-17, ПК-18), (ЕАС-4.2-г), (АВЕТ-3д).
P6	Участвовать в разработке организационно-технической документации и выполнять задания в области сертификации нефтегазового оборудования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-7, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22).
<i>в области экспериментально-исследовательской деятельности</i>		
P7	Получать, систематизировать необходимые данные и проводить эксперименты с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий для решения расчетно-аналитических задач в области нефтегазового дела	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, УК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-23, ПК-24, ПК-25, ПК-26).
<i>в области проектной деятельности</i>		
P8	Использовать стандартные программные средства для составления проектной и рабочей и технологической документации объектов бурения нефтяных и газовых скважин, добычи, сбора, подготовки, транспорта и хранения углеводородов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ОПК-3, ОПК-5, ОПК-6, ПК-27, ПК-28, ПК-29, ПК-30), (АВЕТ-3с), (ЕАС-4.2-е).

					Сооружение подводного перехода газопровода через р. Лена при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири»							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Планируемые результаты обучения по ООП			Лит.	Лист	Листов		
Разраб.		Кокорин И.Ю.								2	144	
Руковод.		Сарцев А.Л.						ТПУ гр.3-265А				
Консульт.												
Рук-ль ООП		Брцсник О.В.										

Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»		
P9	Применять диагностическое оборудование для проведения технического диагностирования объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-4, ОПК-5, ПК-9, ПК-14), требования профессионального стандарта 19.016 "Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов".
P10	Выявлять неисправности трубопроводной арматуры, камер пуска и приема внутритрубных устройств, другого оборудования, установленного на ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-5, ОПК-6, ПК-9, ПК-11), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".
P11	Оценивать результаты диагностических обследований, мониторингов, технических данных, показателей эксплуатации объектов ЛЧМГ и ЛЧМН	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-6, ОПК-7, ПК-4, ПК-7, ПК-13), требования профессионального стандарта 19.010 "Специалист по транспортировке по трубопроводам газа".

					Планируемые результаты обучения по ООП	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»  
 Отделение нефтегазового дела

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП ОНД ИШПР  
 \_\_\_\_\_ Брусник О.В.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### **ЗАДАНИЕ** **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б5А	Кокорину Игорю Юрьевичу

Тема работы:

«Сооружение подводного перехода газопровода через р. Лена при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<i>Объектом исследования является – подводный переход магистрального газопровода через реку в двухниточном исполнении.          Режим работы объекта непрерывный, круглосуточный.          На территории находятся объекты, относящиеся к технологическим сооружениям повышенной опасности, которые требуют особых условий их эксплуатации.</i>
--	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p><i>Определение технических решений по строительству подводного перехода газопровода методом протаскивания. Технология выполнения работ.</i></p>
--	--

<p><b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p><i>Технологическая схема проведения работ, схема рыхления грунта, схема разработки подводной траншеи, схемы гидравлических испытаний</i></p>
---	---

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i></p>	
--	--

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Доцент, к.э.н., Рыжакина Т.Г.
«Социальная ответственность»	Ассистент, к.т.н., Сечин А.А.

<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	
--	--

<p><b>Задание выдал руководитель:</b></p>				
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Саруев А.Л.	К.т.н.		

<p><b>Задание принял к исполнению студент:</b></p>			
Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б5А	Кокорин Игорь Юрьевич		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 федеральное государственное автономное  
 образовательное учреждение высшего образования  
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР)  
 Направление подготовки (специальность) 21.03.01 «Нефтегазовое дело»  
 Профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»  
 Уровень образования бакалавриат  
 Отделение нефтегазового дела  
 Период выполнения \_\_\_\_\_ (осенний / весенний семестр 2019/2020 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	<i>Состояние вопроса исследования</i>	<i>10</i>
	<i>Общие сведения об объекте исследования</i>	<i>10</i>
	<i>Анализ технических решений по строительству перехода магистрального газопровода через реку</i>	<i>30</i>
	<i>Расчет технических параметров газопровода</i>	<i>15</i>
	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	<i>10</i>
	<i>Социальная ответственность</i>	<i>10</i>
	<i>Заключение</i>	<i>5</i>
	<i>Презентация</i>	<i>10</i>
	<i>Итого:</i>	<i>100</i>

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Саруев А.Л.	К.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>ОНД ИШПР</b>	Брусник О.В.	К.п.н.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 144 с., 14 рис., 20 табл., 49 источников, 4 прил.

Ключевые слова: ПОДВОДНЫЙ ПЕРЕХОД, СТРОИТЕЛЬСТВО, МАГИСТРАЛЬНЫЙ ГАЗОПРОВОД.

Объектом исследования является сооружение подводного перехода газопровода через р. Лена при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири».

Цель работы – провести анализ технических проектных решений для строительства магистрального газопровода «Сила Сибири» и объектов инфраструктуры на двухниточном переходе через реку Лена, описать технологию производства работ.

В процессе исследования проводились расчеты по определению толщины стенки трубопровода, балластировке трубопровода, проверка прочности и устойчивости, проверка на недопустимые пластические деформации.

В результате исследования определена толщина стенки трубопровода, определены параметры балластировки трубопровода, проведена проверка обеспечения нормальной работы трубопровода.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: приведена необходимость обеспечения безопасной и бесперебойной работы подводного перехода через реку при рабочем давлении 9,8 МПа, параметры трубы - диаметр 1420 мм, толщина стенки 32 мм.

Область применения: полученные результаты рекомендуется использовать при проектировании работ по строительству магистральных газопроводов.

Экономическая эффективность/значимость работы расчет затрат при строительстве подводного перехода.

## АННОТАЦИЯ

Для обеспечения на должном уровне надежности функционирования систем трубопроводного транспорта газа необходимо решение комплекса задач, среди которых одной из основных является задача оптимизации планирования капитального строительства магистрального газопровода.

В дипломном проекте описан процесс производства работ при строительстве подводного перехода. Проведен анализ количества и типов оборудования, в том числе грузоподъемного, транспортных средств и механизмов, используемых в процессе строительства линейного объекта, а также приведено обоснование потребности в строительных кадрах.

Так же, определена толщина стенки трубопровода, определены параметры балластировки трубопровода, проведена проверка обеспечения нормальной работы трубопровода.

Принятые в выпускной работе технические решения соответствуют техническим регламентам РФ, отраслевым руководящим документам, обеспечивают безопасные условия производства работ, исключают нанесение ущерба окружающей природной среде, обеспечивают пожаро- и взрывобезопасность, надлежащее качество работ и эффективное использование всех видов ресурсов. Технология и организация работ, представленные в настоящей выпускной работе, направлены на повышение качества строительства, надежности и безопасности, снижение воздействия на природную среду.



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	12
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ.....	14
1.1. Климатическая характеристика .....	14
1.2. Физико-географическая характеристика .....	15
1.3. Гидрографическая и гидроморфологическая характеристика, гидрологический режим реки .....	16
1.4. Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании линейного объекта .....	20
1.5. Сведения о категории и классе линейного объекта.....	22
1.6. Особо охраняемые природные территории и объекты культурного наследия.....	22
1.7. Сведения о проектной мощности (пропускной способности, грузообороте, интенсивности движения и др.) линейного объекта.....	22
1.8. Обоснование технических решений по строительству в сложных инженерно-геологических условиях .....	23
1.9. Характеристика параметров трубопровода .....	24
2. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ УСТРОЙСТВА ПОДВОДНОГО ПЕРЕХОДА ГАЗОПРОВОДА....	25
2.1. Обоснование строительства подводного перехода и способ его выполнения .....	25
2.2. Потребность в основных строительных машинах и механизмах .....	26
2.4. Потребность в жилье и социально-бытовом обслуживании персонала, участвующего в строительстве .....	30
2.4. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ВИДОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ И МОНТАЖНЫХ РАБОТ.....	31
2.4.1. Основные решения по организации строительства.....	31
2.4.2. Подготовительные работы .....	33
2.4.3. Геодезическое обеспечение строительства .....	34
2.4.4. Транспортные и погрузо-разгрузочные работы.....	36
2.5. ПОРЯДОК ПРОИЗВОДСТВА И ВИДЫ РАБОТ .....	38
2.5.1. Земляные работы.....	39
2.5.1.1. Водолазное обследование .....	40

2.5.1.2. Устройство майн ледорезными машинами .....	49
2.5.1.3. Устройство ледовых переправ .....	52
2.5.1.4. Разработка подводных траншей .....	57
2.5.1.5. Разработка срезок и береговых траншей .....	60
2.5.1.6. Особенности производства земляных работ в зимний период .....	62
2.5.1.7. Обратная засыпка траншей .....	63
2.5.2. Монтаж и сварка газопровода при устройстве перехода.....	68
2.5.3. Контроль сварных соединений.....	69
2.5.4. Изоляция сварных стыков.....	70
2.5.5. Футеровка и балластировка газопровода .....	73
2.5.6. Укладка газопровода методом протаскивания по дну .....	73
2.5.7. Испытание на прочность, проверка на герметичность и удаление воды после испытания газопровода .....	81
2.5.7.2. Организация и производство работ по очистке полости и калибровке газопровода .....	84
2.5.8. Работы по берегоукреплению .....	85
2.5.9. Инженерная защита (укрепление срезок).....	86
2.5.10. Анодное заземление.....	86
2.6. Обоснование потребности строительства в кадрах и персонале, участвующего в строительстве .....	88
2.7. Обоснование принятой продолжительности строительства .....	89
2.8. Расчетные характеристики материалов .....	89
2.9. Нагрузки и воздействия.....	94
2.10. Определение толщины стенки трубопровода .....	94
2.11. Проверка прочности и устойчивости трубопровода .....	98
2.12. Проверка на предотвращение недопустимых пластических деформаций подземного трубопровода. ....	99
2.13. Проверка устойчивости трубопровода против всплытия .....	101
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	108
3.1. РАСЧЕТ ЗАТРАТ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДВОДНОГО ПЕРЕХОДА .....	108

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ .....	118
4.1. Социальная ответственность .....	118
4.2 .Анализ выявленных вредных факторов.....	119
4.3. Анализ выявленных опасных факторов.....	122
4.4. Экологическая безопасность.....	129
4.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	133
4.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	134
5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	136
Список использованных источников .....	138
Приложение 1. СТРОЙГЕНПЛАН .....	141
Приложение 2. Схема рыхления грунта и доработки подводной траншеи .....	142
Приложение 3. Схема проведения испытания газопровода на прочность и проверка на герметичность, схема вытеснения воды, очистки газопровода продувкой воздухом с пропуском очистных поршней, и поршней разделителей с калибровочным диском (основная нитка). ....	143
Приложение 4. Схема проведения испытания газопровода на прочность и проверка на герметичность, схема вытеснения воды, очистки газопровода продувкой воздухом с пропуском очистных поршней, и поршней разделителей с калибровочным диском (резервная нитка). ....	144

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в России происходит совершенствование трубопроводной системы транспорта газа, как наиболее прогрессивного вида транспорта. Практически все существующие магистральные трубопроводы имеют многочисленные переходы через водные преграды, такие как реки, озера и водохранилища.

Магистральные трубопроводы относятся к взрыво- и пожароопасным сооружениям, отказы которых могут нанести значительный экологический ущерб. Существующие нормативные документы не полностью учитывают факторы, воздействующие на работоспособность газопроводов особенно это актуально при сооружении подводных переходов газопроводов, в связи с увеличением глубин укладки и их протяженности.

Необычайно широк диапазон различного рода воздействий, оказываемых на подводные трубопроводы в зависимости от вида пересекаемых водных препятствий: течение, волны, лед поверхностный, донный, переформирование дна водоемов, наружное давление воды при укладке на больших глубинах, воздействие якорей, волокуш и других предметов, опускаемых судами на дно водоемов.

Поддержание работоспособного состояния газопроводов, проложенных под водной преградой, невозможно без проведения восстановительных и ремонтных работ. Выполнение этой задачи сопряжено с большими капиталовложениями, а в сложных условиях строительства и со значительными техническими трудностями. Это естественно, приводит к значительному увеличению числа аварий, связанных со снижением защитных свойств изоляционных покрытий, накоплением усталости металла и с развитием дефектов в сварных соединениях труб.

					<i>Сооружение подводного перехода газопровода через р. Лена при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири»</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Кокорин И.Ю.</i>			<i>Введение</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Сарцев А.Л.</i>					12	144
<i>Консульт.</i>						<i>ТПУ гр.3-2Б5А</i>		
<i>Рук-ль ООП</i>		<i>Брицник О.В.</i>						

Поэтому возникает необходимость совершенствования способов сооружения подводных переходов и разработке конструкторско-технологических рекомендаций по прокладке трубопроводов, что позволит повысить эффективность эксплуатации газопроводов.

Практически при проектировании и строительстве переходов должна быть решена задача создания подводных трубопроводов, которые могли бы работать без аварий и ремонтов в течении 40-50 лет. Только в этом случае средства, затрачиваемые на их строительство, можно считать оправданными, а водоемы – защищенными от возможного попадания в них вредных для животного и растительного мира продуктов.

Трубопроводы же линейной части магистральных газопроводов практически не имеют резерва, и поэтому их отказ может привести к длительному простоею всего магистрального газопровода и системы магистральных газопроводов.

Все возрастающие требования к надежности и безопасности систем трубопроводного транспорта и фактическое техническое состояние магистральных газопроводов обуславливают, наряду с применением традиционных методов, необходимость создания и развития новых направлений поддержания работоспособности трубопроводов.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ

### 1.1. Климатическая характеристика

Объектом исследования является двухниточный подводный переход газопровода через р.Лена входящий в комплекс сооружений предназначенных для транспорта газа с Чаяндинского НГКМ и газоснабжения регионов Дальневосточного федерального округа России, с учетом экспорта на рынки Китая и других стран Азиатско-Тихоокеанского региона. Объект расположен на территории Республики (Саха) Якутия.

В соответствии с классификацией (Климатический атлас СССР, том 1) климат рассматриваемой территории влажный, с умеренно теплым летом и умеренно суровой снежной зимой. Климатические условия рассматриваемого участка связаны с его географическим положением. Основными факторами, определяющими их характер, являются: удаленность и отгороженность горными системами от Атлантического и Тихого океанов, открытость со стороны Северного Ледовитого океана, сложность орографии. Во все времена года здесь господствует западный перенос воздушных масс. Годовая сумма осадков составляет от 200-300 мм.

Зимой вся территория охлаждена, что способствует развитию с октября по март устойчивого мощного антициклона (Азиатский максимум). Он начинает формироваться в сентябре, достигает максимума в январе, а разрушается с марта. В антициклоне происходит формирование континентального, очень холодного воздуха. Преобладает ясная, сухая и безветренная погода. При сильных морозах и затишье часто образуются морозные туманы.

					Сооружение подводного перехода газопровода через р. Лена при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири»						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							
Разраб.		Кокорин И.Ю.			Общие сведения об объекте	Лит.		Лист		Листов	
Руковод.		Сарцев А.Л.						14		144	
Консульт.						ТПУ гр.3-2Б5А					
Рук-ль ООП		Брусник О.В.									

Абсолютные максимумы центральных месяцев зимы практически составляют минус 57 °С в декабре и минус 61 °С в январе.

Зимой осадки изредка приносятся циклонами, приходящими с запада. Средняя из наибольших высот снежного покрова составляет 37 см. Средняя температура июля составляет 18 °С.

## 1.2. Физико-географическая характеристика

Рельеф рассматриваемой территории характеризуется разнообразием и большой сложностью.

В геоморфологическом отношении трасса газопровода на этом участке располагается в пределах геоморфологической области платформенных равнин, плоскогорий и плато с останцовыми горами.

Плато, как основная геоморфологическая единица участка следования трассы газопровода, располагается в среднем течении реки. Является возвышенной равниной, со средними абсолютными высотами 300 - 600 м. Плоские, местами заболоченные междуречья чередуются с глубокими каньонообразными долинами. Характерны обрывистые склоны со скульптурной препарировкой горных пород в виде живописных фигур, столбов. Сложено песчаниками, а также, карбонатными, местами галогенными и гипсоносными палеозойскими породами. На востоке они полого падают в северном направлении, и их моноклиальное залегание в сочетании с эрозионными процессами предопределяет карстовый облик рельефа поверхности плато. Зона сплошной многолетней мерзлоты повышенной мощности (несколько сот метров).

В целом рельеф выражен в виде невысоких гряд, расчлененных достаточно густой речной сетью. Из мелких форм рельефа часто встречаются карстовые и термокарстовые воронки, поноры, пещеры, бугры пучения (булгуны), эрозионные останцы, местами встречаются невысокие уступы, аласы.

					Общие сведения об объекте	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В долинах крупных рек хорошо выражены поймы, низкие и высокие надпойменные террасы. Форма долин крупных рек схожа с трапецеидальной. Долины малых рек и ручьев достаточно врезаны, многие имеют V - образную форму.

В ландшафтном отношении участок трассы расположен в таежной провинции.

При продвижении по участку с севера на юг рельеф постепенно изменяется, что влечет за собой изменение характера гидрографической сети. Все более расширяются заболоченные и заторфованные долины малых водотоков, становятся шире и положе долины основных рек, русла которых сильно меандрируют.

### **1.3. Гидрографическая и гидроморфологическая характеристика, гидрологический режим реки**

Лена - главная река Якутии - берет начало в горах на юге Сибири и, прорезав её всю с юга на север, впадает в море Лаптевых. Длина Лены - 4400 км, площадь бассейна - 2490000 км<sup>2</sup> общее падение реки 930 м. По характеру течения Лена делится на три участка: 1) от истока до устья Витима, 2) от устья Витима до места впадения Алдана, 3) от впадения Алдана до устья.

Изыскиваемый переход магистрального газопровода «Сила Сибири» пересекает р. Лена в среднем течении, в 7,3 км ниже впадения ее крупного правобережного притока р. Олекмы, 2081 км от устья. Долина реки в створе перехода имеет корытообразную форму, шириной по дну 9 км, с высокими террасированными склонами, расчлененными логами: правый пологий, высотой до 140м, левый умеренно крутой - до 60 м, поросшие смешанным лесом (лиственница, ель, сосна, береза). Дно долины по правобережью поросло хвойным лесом, по левобережью частично распаханно, поросло смешанным лесом, имеются карстовые воронки. По дну левобережной долины проложена автодорога с. Саянка –

					Общие сведения об объекте	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



г. Олекминск (покрытие песчано-гравийная смесь). В створе перехода русло реки однорукавное, почти прямолинейное, хорошо врезанное. В связи с крутыми, порой почти отвесными и высокими берегами, затопляемыми лишь в высокие половодья редкой повторяемости, пойма практически отсутствует. Высота левого берега 13,5 м, правого — 21,5 м. Грунты береговых склонов - легко размываемые пески различной крупности. Береговые склоны и меженная приурезная полоса покрыты галечником и валунами различного размера по песчаному основанию. Растительность - зрелый, преимущественно хвойный лес (сосна, ель, лиственница) с примесью березы и кустарником в нижнем ярусе. В створе перехода ширина реки по бровкам составляет 1450 м, по урезам на период проведения работ 1328 м при рабочем ГВ 120,56 м БС. Бровка левого берега имеет высотную отметку 134,00 м БС, правого — 142 м. Максимальная меженная глубина в створе основной нитки — 6,5 м, резервной — 5,7м.

#### Уровенный и водный режим

В водном режиме реки Лены четко выражено весенне-летнее половодье, летне-осенняя межень, несколько раз прерываемая высокими дождевыми паводками и длительная, устойчивая низкая зимняя межень. Главной фазой водного режима реки Лены является весеннее половодье, которое формируется в основном за счет снеготаяния с участием дождевых вод. В этот период отмечаются высшие годовые уровни и максимальные расходы воды.

Формирование весеннего стока обусловлено сочетанием климатических факторов и факторов подстилающей поверхности. К первым относятся общие снегозапасы, интенсивность снеготаяния, увлажненность и промерзаемость грунтов речных бассейнов.

Вторые включают в себя общие черты рельефа, характеристики грунтов и растительного покрова, озерность, залесенность и

					Общие сведения об объекте	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

заболоченность речных водосборов. На значительной части бассейна Лены распространена многолетняя мерзлота.

Совокупность факторов, формирующих половодье: запасы воды в снеге, уровень осеннего увлажнения почвы, погодные условия весны, могут вызвать резкий подъем уровней. Максимальная интенсивность роста уровней при этом достигает 115 см/час. Пик половодья на р. Лена наступает в среднем через 25 - 28 дней после начала подъема. Продолжительность стояния наивысших уровней на водотоках не превышает 1 суток. На реке Лене вскрытие реки часто сопровождается мощными заторами льда, нередко вызывающими большие подъемы уровня воды. Спад половодья проходит более плавно, чем подъем. Продолжительность половодья зависит от длительности водоотдачи и времени добегания, средняя продолжительность половодья на р. Лена составляет 70 дней. Заканчивается половодье на р. Лена обычно во второй декаде июля. После окончания весеннего половодья наступает летне-осенняя межень, продолжающаяся на р. Лена с августа по сентябрь и прерываемая дождевыми паводками. Как правило, дождевые паводки по высоте ниже, чем половодье.

В осенний период на водосборной площади Лены выпадают обильные дожди, обычно хорошо увлажняющие грунты. С началом осенних заморозков значительная часть жидких осадков задерживается на поверхности речных водосборов, пополняя запасы воды, формирующие последующее весеннее половодье. Зимняя межень устанавливается в октябре, окончание приходится на начало мая. Межень холодной части года продолжительна, длится около 6 месяцев. В течение долгой и суровой зимы формируется минимальный сток Лены.

В зимний период низкий сток обычно наступает с конца октября и длится до конца апреля. Наименьшие годовые расходы воды чаще всего наблюдаются в конце зимнего сезона, в марте-апреле при истощении грунтового питания.

					Общие сведения об объекте	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

### Ледовый режим

Ледообразование на Лене начинается с появления заберегов и несколько позже шуги. Первые ледовые образования наблюдается чаще всего в середине октября, вслед за переходом температуры воздуха через 0 °С. Практически сразу после появления первых ледовых образований начинается осенний шугоход, ледоход. На некоторых притоках и на отдельных участках самой Лены замерзание воды начинается не с поверхности, а со дна, где образуется внутриводный лёд. Быстрое охлаждение придонного слоя воды ведёт к тому, что там появляются всё новые и новые кристаллики, а затем и слои льда, пропитанного водой. Такие комки рыхлого льда поднимаются к поверхности и уплывают вниз в виде шуги. Большое количество шуги и донного льда может полностью заполнить русло и образовать зажоры. Осенний шугоход длится в среднем 23 суток, пока не устанавливается устойчивый ледостав.

Во время прохождения осеннего ледохода возможны заторы льда, образованные навалом льдин на мелководных участках, на крутых поворотах русла и в местах его сужения. Ледяной покров образуется от смерзания плывущих льдин, в связи с чем, ледяной покров торосистый.

Во время прохождения осеннего ледохода возможны заторы льда, образованные навалом льдин на мелководных участках, на крутых поворотах русла и в местах его сужения. Ледяной покров образуется от смерзания плывущих льдин, в связи с чем, ледяной покров торосистый.

Ледостав на Лене в среднем устанавливается в первой декаде ноября при значительном выхолаживании водных масс.

Суровые климатические условия зимнего периода способствуют интенсивному нарастанию ледяного покрова на реках. Интенсивное нарастание льда 10 -15 см за декаду происходит до февраля.

Максимальная толщина льда на Лене - в/п Солянка наблюдается в конце марта - начале апреля, и по средним многолетним данным составляет 86 см. Максимальная толщина льда на участке перехода

					Общие сведения об объекте	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

газопровода в период изысканий в феврале 2011 г составляет около 1.8 м. Для рассматриваемого участка реки Лена наледные образования не характерны, так как мелких перекатов способных перемерзнуть, не отмечено. Уменьшение толщины льда начинается в конце апреля, особенно интенсивно процесс таяния льда развивается после перехода температуры воздуха к положительным значениям и схода снега со льда. К моменту вскрытия рек толщина льда уменьшается на 20 - 40 %, а при поздних вскрытиях на 50 - 60%. Средняя продолжительность ледостава - 187 суток, максимальная 202 суток, минимальная 175 суток. Период всех ледовых явлений длится в среднем 223 дня, при отклонении в 20 дней в сторону уменьшения или увеличения. В середине второй декады мая обычно начинается весенний ледоход, средняя продолжительность которого составляет 11 дней, при наибольшей 18 дней и наименьшей 4 дня. Крайние сроки прохождения ледохода 01.05 и 24.05. Особенностью вскрытия является образование заторов в местах недостаточной ледопропускной способности русла (сужения, перекааты, острова, резкие повороты русла и т. д.). По данным Якутского УГМС участок реки Лена от устья р. Олекма до в/п Солянка считается не заторооопасным, несмотря на отмеченный единичный случай. По данным ГУ МЧС по РС(Я) подрывные работы на этом участке обычно не практикуются, вместо этого специалистами МЧС проводятся превентивные меры (зачернение льда светопоглощающим веществом - угольной пылью).

#### **1.4. Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании линейного объекта**

Донные отложения р. Лена в районе перехода представлены в прибрежной зоне и далее к центру реки (где наблюдаются максимальные глубины) – галечником щебенистым. Анализ скоростей течения и крупности частиц показал, что в меженный период крупнообломочный материал не транспортируется, возможны лишь перемещения песка

					Общие сведения об объекте	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

различных фракций. Транспорт наносов возможен только в период прохождения волны весеннего половодья и высоких дождевых паводков при максимальных продольных уклонах и скоростях течения. В полевой период было выполнено фотографирование и обмер донных отложений, а в камеральный выполнен расчет неразмываемых скоростей для разнородного по составу грунта. Руслоформирующий расход будет проходить при достижении придонных скоростей течения значений 1.58 м/с и более, когда будет транспортироваться слагающий русло средний и крупный аллювий. Максимальные скорости течения в период половодья могут достигать 2.7 м/с. Весной, в связи с огромной массой водного потока, происходит выравнивание скоростей по вертикали, и придонные скорости будут лишь незначительно ниже средних на вертикали. Следовательно, переформирование русла реки Лена происходит лишь в период половодья и при прохождении высоких дождевых паводков.

По типу руслового процесса р. Лена, на участке перехода трассы МГ относится к типу рек ограниченного меандрирования. Основные деформации русла при этом типе руслового процесса выражаются в сползании гряд, вызывающем местные периодические повышения дна в фиксированном створе при прохождении гребня и понижения отметок, при прохождении подвалей гряд.

Построение профиля предельного размыва русла, согласно СТО ГУ ГГИ 08.29-2009, выполнено путём совмещения поперечных профилей русла на участке перехода створа МГ, построенным по промерам глубин 2017 года. Длина участка промеров составляет 5,1 км. На этом участке были отобраны наиболее характерные створы – всего 19 створов. Минимальная отметка на профиле предельного размыва расположена в левой части русла реки Лена, и составляет 249,45 м, при этом в створе перехода трассы МГ минимальная отметка составляет 250,22 м. Определена дополнительная деформация дна в русле, обусловленная переформированием русловых микроформ, которая составила 0.56 м. В

					Общие сведения об объекте	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

результате совмещения профилей и ввода дополнительной поправки, а также с учетом геологических данных, был построен профиль предельного размыва. Глубины эрозии на участке перехода створа МГ составила 1,43 м. Таким образом, отметка предельного размыва русла составляет 248,79 м.

Основные геологические характеристики грунтов по траншее:

– р. Лена (основная и резервная нитки), русло - доломит неразмягченный выветрелый, супеси песчанистые твердые дресвяные, дресвяные и щебенистые грунты, насыщенные водой, гравелистые пески, насыщенные водой; береговые участки - доломит неразмягченный выветрелый, морозный песок мелкий и средний малольдистый, суглинки легкие малольдистые, супеси песчанистые малольдистые.

### 1.5. Сведения о категории и классе линейного объекта

Согласно [21] проектируемый участок газопровода соответствует В категории.

Класс трубопровода по рабочему давлению – I.

### 1.6. Особо охраняемые природные территории и объекты культурного наследия

Участок производства работ не входит в границы особо охраняемых природных территорий федерального и регионального значений.

### 1.7. Сведения о проектной мощности (пропускной способности, грузообороте, интенсивности движения и др.) линейного объекта

Пропускная способность газопровода диаметром 1420 мм составляет 38 млрд куб. м газа в год.

					Общие сведения об объекте	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 1.8. Обоснование технических решений по строительству в сложных инженерно-геологических условиях

Согласно [13] и [12] из опасных геологических процессов и неблагоприятных инженерно-геологических явлений на исследуемой территории отмечаются подтопление подземными водами и затопление поверхностными водами, заболачивание, морозная пучинистость грунтов, сейсмичность территории.

В данной ВКР предусмотрен траншейный способ укладки проектируемого участка газопровода. Разработка специальных мероприятий в связи со сложными инженерно-геологическими условиями не требуется.

Материал трубопровода, толщина стенки трубы и изоляционного покрытия соответствуют воспринимаемым нагрузкам и отвечают действующим нормативным документам и требованиям.

Соответствие подобранных труб воспринимаемым эксплуатационным нагрузкам и нагрузкам в процессе строительства подтверждено расчетами на прочность и недопустимых значений деформаций трубопровода, выполненным в соответствии со [21].

Готовность трубопровода к восприятию эксплуатационных нагрузок проверяется гидравлическими испытаниями.

Для обеспечения устойчивости положения трубопровода против всплытия на пересечении с рекой применена труба со сплошным балластным покрытием (обетонированием) в соответствии с ТУ 1394-035-04005951-2008. Защитное бетонное покрытие предусмотрено толщиной 105мм с расчетной плотностью бетона 3200кг/м. Стальная труба под бетонным покрытием покрывается заводским трехслойным полиэтиленовым покрытием толщиной не менее 3,5мм. Сварной шов труб после сварки и неразрушающего контроля заделывается специальными бетонными полукольцами длиной 800мм. Конструкция обетонированного

					Общие сведения об объекте	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

покрытия обеспечивает коэффициент отрицательной плавучести не менее 1.15.

На переходах реки предусмотрено выполнение берегоукрепительных работ.

Основное значение берегоукрепления – защита береговых и приустьевых участков от значительных деформаций в период эксплуатации трубопроводов.

После засыпки подводных и береговых траншей необходимо произвести восстановление дна и конфигурации русла до первоначального состояния и выполнить берегоукрепления каменной наброской.

### 1.9. Характеристика параметров трубопровода

Техническая характеристика двухниточного подводного перехода в зоне строительства:

Параметр	Характеристика
тип перехода	подземный
протяженность перехода (в границах участка подводно-технических работ)	основная нитка – 1750 м; резервная нитка – 1730 м.
диаметр трубопровода	1420 мм
категория трубопровода	В
толщина стенки трубы	32 мм
класс прочности	K60
рабочее давление	9,8 МПа
марка и тип изоляции участка	заводское трехслойное полиэтиленовое покрытие усиленного типа общей толщиной не менее 3,5 мм (типа ПЭПк-3-Н по ТУ1394-015-05757848-2011), изоляция сварных стыков термоусаживающимися манжетами ТЕРМА-СТМП-Ø1420
наличие пригрузов	заводское утяжеляющее обетонированное покрытие (плотность бетона 3200кг/м, толщина бетонного слоя 105 мм)
наличие УЗОУ, УПОУ	-
год ввода в эксплуатацию	2019



## 2. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ УСТРОЙСТВА ПОДВОДНОГО ПЕРЕХОДА ГАЗОПРОВОДА

### 2.1. Обоснование строительства подводного перехода и способ его выполнения

Участок строительства находится в зоне вечной мерзлоты грунта. Продолжительность периода со среднемесячными отрицательными температурами составляет 8 месяцев, с октября по апрель. Период распутицы начинается с 15 апреля.

В данной ВКР предусматривается устройство двухниточного перехода через реку. Протяженность перехода газопровода через реку в границах участка подводно-технических работ составляет 1750 м по основной нитке и 1730 м по резервной.

Участок газопровода через реку, укладываемый траншейным методом, принимаем из труб:

- производства АО «Выксунский металлургический завод» диаметром 1420х32 мм с классом прочности K60 с утяжеляющим обетонированным покрытием (плотность бетона 3200кг/м, толщина бетонного слоя 105мм). Стальная труба под бетонным покрытием покрывается заводским трехслойным полиэтиленовым покрытием усиленного типа толщиной не менее 3,5 мм (типа ПЭПк-3-Н по ТУ1394-015-05757848-2011).

В результате проделанной работы определены следующие решения по устройству подводного перехода через реку:

- рыхление грунтов основания подводной траншеи экскаватором с понтона с навесным оборудованием - гидромолотом;

					Сооружение подводного перехода газопровода через р. Лена при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Кокорин И.Ю.			Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода		Лит.	Лист
Руковод.		Сарцев А.Л.						25
Консульт.								Листов
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						144
					ТПУ гр.3-2Б5А			

- разработку подводной траншеи производим экскаватором с понтона с удлиненной стрелой;

- наиболее оптимальным способом укладки участка трубопровода (дюкера) является протаскивание по дну траншеи с помощью лебедки установленной на противоположном берегу от монтажной площадки, на которой осуществлялась сборка дюкера с применением разгрузочных понтонов. Укладка на пойменных участках выполняется с бровки траншеи кранами-трубоукладчиками.

- работы по засыпке трубопровода в русловой части выполняем с помощью плавсредств (понтон ПП-190, ПП-90), перемещаемой с помощью ходовых тросов. На понтонной переправе ПП-190 установлен экскаватор «Хитачи», грунт подается бульдозером по льду в майны.

- для обеспечения устойчивости положения трубопроводов против всплытия на пересечении с рекой было принято решение о применении обетоннированной трубы;

- на переходе реки принято решение о выполнении берегоукрепительных работ.

- для контроля защитного потенциала газопровода принято решение об установке контрольно-измерительных пунктов.

- в соответствии с выполненными расчетами подобрана наиболее оптимальная толщина стенки трубопровода.

## 2.2. Потребность в основных строительных машинах и механизмах

Потребность в основных строительных машинах и механизмах определена в соответствии с [25] исходя из объемов работ, темпов строительства, норм годовой выработки и производительности машин и механизмов, а также типовых комплексных бригад для выполнения строительно-монтажных работ.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.2.1 Ведомость потребности в технологической оснастке и оборудовании

№ п/п	Наименование машины, механизма	Техническая характеристика	Количество, шт.
1.	Бульдозер	Бульдозер Cat-8	4
2.	Экскаватор одноковшовый	Hitachi ZX-200	3
3.	Экскаватор одноковшовый	Hitachi ZX-670	1
4.	Экскаватор одноковшовый	Hitachi ZX-330	2
5.	Экскаватор одноковшовый	Коматцу PC 300	1
6.	Экскаватор одноковшовый	Коматцу PC 400	3
7.	Передвижная паровая установка	-	1
8.	Автокран	г/п 25 т	1
9.	Кран-манипулятор	Камаз	1
10.	Трубоукладчик	D355C-3 Г/п 92 т., 360 л.с.	11
11.	Полотенце мягкое	ПМ-1428	11
12.	Передвижная электростанция (на трассе)	150 кВт	2
13.	Передвижная электростанция (производственная база)	400 кВт	1
14.	Наполнительный агрегат	АН-150	1
15.	Опрессовочный агрегат	ЦА-325	1
16.	Мобильная радиостанция	-	5
17.	Установка для открытого водоотлива на базе трактора	УОВ-4 58 кВт	2
18.	Компрессорная станция	10 м³/мин, 132,4 кВт	1
19.	Сварочный агрегат АСТ	АСТ	2
20.	Сварочный агрегат (для ремонта стыков)	АСТ	1
21.	Агрегат трубосварочный	LIEBHERR SR-714 L GP	2
22.	Сварочный источник для ручной сварки	DC-400	10
23.	Станок подготовки кромок	СПК	1
24.	Центратор наружный	ЦН	1
25.	Центратор внутренний	ЦВ	3
26.	Индукционный подогреватель	Миллер	1
27.	Электроды для сушки и прокали	-	2
28.	Термопепал	-	2
29.	Лебедка тяговая	ЛП-151, тяговое усилие 150 т	1
30.	Углошлифовальная машинка: - на трассе	-	4
31.	Пропановая горелка: - на трассе	-	2

№ п/п	Наименование машины, механизма	Техническая характеристика	Количество, шт.
32.	Лодка металлическая	«1-М»	1
33.	Станция насосная дизельная передвижная прицепная	180 м3/ч; 30-140 л.с.	1
34.	Рыбозащитный омываемый потокообразователем оголовков	РОП-50	1
<b>Специализированный транспорт для перебазировки</b>			
35.	Автотягач с прицеп-площадкой (трал)	40 т, 220кВт	1
36.	Автомобиль сопровождения (типа УАЗ)	72 кВт	1
<b>Самоходный транспорт</b>			
37.	Автомобиль-самосвал	Камаз 10т, 176 кВт	6
38.	Автомобиль бортовой	15 т, 210 кВт	2
39.	Трубовоз	19 т; 132,3 кВт	2
40.	Топливозаправщик на базе Камаз	10т; 132 кВт	2
41.	Лаборатория для контроля качества трубопроводов	84,6 кВт	1
42.	Передвижная ремонтная мастерская	84,6 кВт	1
43.	Автобус вахтовый	Камаз	3
44.	Автоцистерна для воды питьевой	10т, 191 кВт	2
45.	Длинномер	Камаз	2
46.	Трэкол с прицепом	-	1
47.	Водолазная машина	-	1
48.	Спец машина изоляции	-	1
<b>Дополнительное оборудование</b>			
49.	Бара	на базе МТЗ глубиной пиления 1,6 м	1
50.	Насос Тайо	-	1
51.	Бурильная установка	-	1
52.	Гидромолот	на экскаватор Хитачи 330	1
53.	Полиспаст	300 тн	1
54.	Понтон	ПП-90	1
55.	Понтон	ПП-190	1
56.	Разгружающие понтоны	Труба 1420x12, L=10 м.	60

Техника (машины и оборудование), устройства, приборы, приспособления, защитные средства и электроинструмент, применяемые при работе на Объекте, должны иметь документы (паспорта, сертификаты, свидетельства, акты и протоколы испытаний), подтверждающие их исправность и наличие их технического освидетельствования (см. №116-ФЗ, статья 9, п.1; СНиП 12-03-2001, п.7.2.2; СП 86.13330.2012\*).

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.2.2 Приборы контроля и измерений для контроля качества работ

№ п/п	Наименование машин и оборудования	Ед. изм.	Кол-во
1.	Эхолот	шт.	1
2.	профилимер	шт.	1
3.	гидролокатор	шт.	1
4.	Тахеометр	шт.	1
5.	Нивелир НВ-3 НКЛ	шт.	1
6.	Рулетка металлическая 5 м	шт.	2
7.	Рулетка металлическая 20 м	шт.	2
8.	Рулетка 50 м	шт.	2
9.	Штангенциркуль с глубиномером 125-150 мм	шт.	2
10.	Измеритель геометрических параметров сварных стыков	шт.	2
11.	Микрометр 0 – 25 мм	шт.	2
12.	Микрометр трубный 3 – 50 мм	шт.	2
13.	Стенкомер	шт.	2
14.	Катетомер	шт.	2
15.	Глубиномер микрометрический	шт.	2
16.	Универсальный шаблон сварщика	шт.	2
17.	Штангенциркули 250 – 1600 мм	шт.	2
18.	Линейка металлическая 150 -1000мм	шт.	2
19.	Термометр контактный	шт.	2
20.	Лупа измерительная 10х	шт.	2
21.	Набор шупов	шт.	2
22.	Отвес монтажный	шт.	2
23.	Угольник металлический 150х250	шт.	2
24.	Угольник металлический 400х630	шт.	2
25.	Рентгенгенератор «Site-x 3005»	шт.	1
26.	Аппарат рентгеновский импульсный наносекундный автономный Арина-9	шт.	1
27.	Дефектоскоп ультразвуковой с комплектом аксессуаров Скаруч	шт.	1
28.	Термометр контактный или пирометр ТК-3М	шт.	2
29.	Секундомер	шт.	2
30.	Адгезиметр	шт.	2
31.	Линейка металлическая 1000 мм	шт.	2
32.	Искровой дефектоскоп Корона 1	шт.	2
33.	Термометр бытовой	шт.	2
34.	Динамометр или индикатор усилия (нагрузки) на		1 на

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

№ п/п	Наименование машин и оборудования	Ед. изм.	Кол-во
	крюках трубоукладчиков		механизм
35.	манометр	шт.	1
36.	датчик давления	шт.	1
37.	бинокль	шт.	1
<b>Средства индивидуальной защиты</b>			
38.	Каска защитная <u>ГОСТ 12.4.087-84</u>	шт.	каждому работнику
39.	Комплект спецодежды	шт.	
40.	Пояс предохранительный ТУ 878680-033-39187500-2001	шт.	16
41.	Очки газорезчика со светофильтрами Г1-73	шт.	8
42.	Маска сварщика ГОСТ 12.4.238-2007	шт.	24
43.	Боты диэлектрические <u>ГОСТ 13385-78</u>	шт.	30
44.	Перчатки диэлектрические	шт.	3
45.	Коврик диэлектрический ГОСТ 4997-75	шт.	24
46.	Наушники <u>ГОСТ Р 12.4.255-2011</u>	шт.	20
47.	Анемометр	шт.	20
48.	Указатель напряжения К4570/1Ц	шт.	2
49.	Набор слесарно-монтажных инструментов с изолированными ручками WILTON	шт.	1
50.	Знаки безопасности по <u>ГОСТ Р 12.4.026-2001.</u>	компл.	10

## 2.4. Потребность в жилье и социально-бытовом обслуживании персонала, участвующего в строительстве

Размещение строителей подводного перехода предусматривается в вахтовом городке, расположенном на правом берегу р. Лена за пределами водоохраной зоны на площадке. Вахтовый городок подключен к передвижному генератору ДЭС-400, организованы доставка питьевой воды, сбор и вывоз твердых бытовых отходов и жидких бытовых стоков осуществляется согласно заключенных договоров со специализированными организациями, имеющими лицензию на утилизацию данных отходов.

Для проживания рабочих, установки инвентарных вагончиков и устройства стоянки техники необходимо обустроить площадку ВЖГ

размерами в плане 180х100 м. Обустройство выполнить грубой планировкой бульдозерами объемом 18000 м<sup>2</sup>.

На площадке ВЖГ предусматривается расположить: площадки стоянки и заправки техники, складские помещения (контейнера) – 5 шт. и площадки, служебно-бытовые помещения (вагончики жилые - 25 шт., офисный вагон – 2 шт.) и санитарно-бытовые объекты (столовая, баня-прачка – 5 шт.), вне пределов водоохраной зоны.

Предусмотрена установка резервуаров для сбора жидких бытовых отходов. По мере заполнения ЖБО откачиваются ассенизаторской машиной и вывозятся на очистные сооружения. По окончании строительных работ резервуары демонтируются.

Жидкие бытовые отходы размещаются на специально отведенном полигоне, расположенном в 5 км от черты МО «Город Олекминск».

Твердые отходы размещаются на ООО «Новые экологические технологии», г. Алдан. Вывоз образующихся отходов в специализированные предприятия по утилизации (переработке, обезвреживанию, захоронению) отходов производится по договорам, заключенным подрядной организацией до начала работ.

Для питьевых нужд используется бутилированная вода, отвечающая требованиям действующих санитарных норм. В бытовках строителей предусмотрены аптечки первой медицинской помощи.

Питание осуществляется в столовой подрядной организации.

## **2.4. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНЫХ ВИДОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ И МОНТАЖНЫХ РАБОТ**

### **2.4.1. Основные решения по организации строительства**

Организация и выполнение работ должны осуществляться при соблюдении требований нормативных правовых актов Российской Федерации, ПАО «Газпром».

					<i>Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода</i>	<i>Лист</i>
						31
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Выполнение работ разрешается после согласования и утверждения ППР, оформления и получения разрешительной документации, прохождения процедуры допуска подрядной организации к производству работ.

ППР должен постоянно находиться на месте производства работ у ответственного за проведение работ. Рабочие и ИТР подрядной организации, выполняющие работы, должны быть ознакомлены с требованиями ППР под роспись.

Соблюдение требований безопасности и природоохранного законодательства, сохранность газопроводов, оборудования, сооружений, инженерных коммуникаций при производстве работ обеспечивается подрядной организацией.

Генподрядчик и все привлекаемые им субподрядчики обязаны обеспечить выполнение мероприятий по охране труда, промышленной безопасности, пожарной безопасности, электробезопасности и охране окружающей среды при производстве работ

Ответственность за соблюдение персоналом подрядной организации требований безопасности и сохранность оборудования на участке трассы газопроводов, инженерных коммуникаций, площадке объекта несет руководитель подрядной организации и лицо, ответственное за проведение работ.

Производство работ на объекте должно осуществляться согласно рабочей документации и ППР. При необходимости совмещения работ должны проводиться дополнительные мероприятия по обеспечению безопасности выполнения совмещенных работ.

Обеспечение технически исправного состояния строительных машин, оборудования, инструмента, технологической оснастки, средств коллективной защиты осуществляется организациями, на балансе которых они находятся.

					<i>Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода</i>	<i>Лист</i>
						32
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



Обеспечение выполнения требований безопасности при производстве работ с применением строительных машин, оборудования, инструмента, технологической оснастки, средств коллективной защиты осуществляется организациями, выполняющими эти работы.

Работы, выполняемые с нарушением требований ППР, разрешительной документации и технических условий, выданных владельцами инженерных коммуникаций сторонних организаций, должны быть остановлены.

Лица ответственные за производство работ должны быть назначены приказом подрядной организации.

При организации работ подрядная организация выполняет:

- оформление разрешительной документации;
- заключение договоров на вывоз отходов;
- принятие от заказчика трассы в натуре с закрепляющими знаками;
- доставка строительных материалов к месту производства работ
- устройство ВЖГ и монтажной площадки, организация временного строительного хозяйства, решение вопросов быта рабочих;
- планировка полосы трассы в зоне движения строительной колонны;
- доставка строительной техники, оборудования;
- организация системы связи.

#### 2.4.2. Подготовительные работы

До начала основных строительно-монтажных работ генподрядчик и заказчик должны выполнить, следующие подготовительные работы:

Заказчик:

- выполнить отвод территории для размещения временного строительного хозяйства и зоны производства строительных работ с оформлением акта временного отвода земель;

Подрядчик:

- оформление разрешительной документации;

					<i>Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода</i>	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- извещение «службы строительного контроля» о времени готовности к реализации целей проекта с предоставлением графика производства работ (продолжительность рабочего дня, работа в выходные дни и т. д.);
- принятие от заказчика трассы в натуре с закрепляющими знаками;
- выполнение контрольной нивелировки основных и привязка к ним временных реперов;
- уведомление противопожарной службы и землепользователей, а также владельцев пересекаемых и проложенных в едином техническом коридоре коммуникаций о начале и сроках проведения работ;
- организация временного строительного хозяйства, решение вопросов быта рабочих;
- планировка полосы трассы в зоне движения строительной колонны;
- доставка строительной техники, оборудования и строительных материалов к месту производства работ;
- обеспечение строительной площадки первичными средствами пожаротушения (пожарными щитами, огнетушителями и т.д.);
- устройство ВЖГ и монтажной площадки;
- организация системы связи.

Выполнять работы подготовительного периода следует в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть I. Общие требования», СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть II. Строительное производство».

### **2.4.3. Геодезическое обеспечение строительства**

Геодезические работы выполняем в соответствии с требованиями [27] «Геодезические работы в строительстве».

Геодезические работы являются неотъемлемой частью работ по подготовке трассы под строительство.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Создание геодезической разбивочной основы для строительства выполняем соответствии с положениями [32], [33] и [34]. Правила производства и приемки работ переходов газопроводов через водные преграды, в том числе в условиях крайнего севера». Передачу трассы оформляют актом с приложением плана перехода и ведомости планово-высотного обоснования.

Территория перехода к началу строительства должна быть оборудована реперами, располагаемыми за пределами зоны производства земляных работ. При ширине реки до 100 м на переходе оборудуют не менее двух реперов, свыше 100 м - не менее трех реперов. Сохранность реперов на время строительства возлагается на подрядчика.

Осуществляем производство геодезических работ в процессе строительства, контроль точности геометрических параметров сооружений и исполнительные съемки в соответствии с требованиями [32].

Разбивочные работы в процессе строительства должны обеспечивать вынос в натуру от пунктов геодезической разбивочной основы с заданной точностью осей и отметок, определяющих в соответствии с проектной документацией положение в плане и по высоте конструктивных элементов перехода.

Перед началом работ выполняют контрольную нивелировку основных и привязку к ним временных реперов, а также нивелировку по створам трассы на переходе с измерениями подводного участка.

Осуществляют проверку и разбивку углов поворота и кривых трассы в пределах перехода. Уточняют ширину водоема с разбивкой берегового базиса. Закрепляют на местности все характерные точки проектного профиля в пределах пойменной части перехода. Закрепляющие знаки выносят за пределы производства земляных работ и отвалов грунта.

С целью фиксации положения створа перехода на весь период строительства, обеспечения правильной установки и маневрирования землеройных снарядов и плавательных средств устанавливают створные

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

вехи. Створные вехи устанавливают вне зоны производства работ путем визуального или инструментального визирования створа по знакам разбивки трассы.

Створные вехи изготавливают из прямолинейных столбов диаметром порядка 0,02 м, прочно вкапывают в грунт вертикально по отвесу на расстоянии не менее 50 м друг от друга. Высота створных вех должна быть не менее 4 м и обеспечивать визирование с плавсредств, находящихся в любой точке створа перехода.

При ширине зеркала воды до 500 м ставят по две створные вехи на каждом берегу, свыше 500 м — по три вехи. Положение створных вех привязывают к пикетажу, после чего они могут служить базой разбивки пикетажа в случае сноса знаков закрепления, установленных до начала строительства.

Для ориентации находящихся в створе перехода плавсредств по пикетажу разбивают дополнительные створы под углом  $\alpha$  не менее  $20^\circ$  к створу перехода. Оси дополнительных створов должны пересекать створ перехода в точках с фиксированным пикетажем.

Среднеквадратические погрешности при построении геодезической разбивочной основы не должны превышать значений:

- для угловых измерений  $\pm 2''$ ;
- для линейных измерений 10-3;
- при определении отметок  $\pm 50$  мм.

#### 2.4.4. Транспортные и погрузо-разгрузочные работы

Погрузочно-разгрузочные работы на трассе выполняются трубоукладчиком г/п 92 т, монтаж и сварку труб в нитку на трассе ведут с помощью крана-трубоукладчика г/п 92 т.

Доставку труб, трубных материалов, оборудования осуществляют автотранспортом на место производства работ.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

До начала погрузочно-разгрузочных работ выполняется комплекс подготовительных работ и организационно-технических мероприятий:

- назначение ответственных за производство работ, охрану и безопасность труда, безопасную эксплуатацию кранов и кранов-трубоукладчиков;

- подготовка площадки складирования, обеспечив ее освещением. Выполняется планировка и уплотнение поверхности грунта бульдозером со срезкой бугров и засыпкой впадин, устройством уклонов и других мероприятий, обеспечивающих отвод поверхностных вод. Уклоны для площадок складирования труб должны быть не более 1,5-2°;

- подготовка к площадке подъездные пути для автотранспорта, обустроив их дорожными знаками «въезд», «выезд», «разворот», «ограничение скорости» и т.п., согласно ГОСТ Р52290-2004;

- размещение в зоне производства работ необходимые механизмы, такелаж, инвентарь, инструменты и приспособления;

- обустройство площадки бытовыми помещениями;

- обеспечение работающих персонал телефонной связью, средствами первой доврачебной помощи, а также спецодеждой и спецобувью по установленным нормам;

- инструктирование рабочих по охране труда и промышленной безопасности (инструктаж на рабочем месте с росписью в журнале).

Во время хранения и транспортировки на концах труб устанавливаются инвентарные заглушки. Плетевозы оборудованы защитными приспособлениями, предохраняющими изоляционное покрытие труб от непосредственного контакта с металлическим ложементам.

Во избежание поперечного перемещения труб на автотягаче и прицепе-ропуске их следует увязывать поясами из транспортерной ленты или другого эластичного и прочного материала.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Во избежание продольных перемещений труб во время движения их следует крепить с обоих концов стопорными крюками. Стопорные крюки должны быть в натянутом положении.

При производстве погрузочно-разгрузочных и транспортных работ, следует соблюдать ряд дополнительных требований:

- крюки торцевых захватов должны иметь прокладки из мягкого материала типа капрон;
- трубы запрещается волочить по земле, а также по нижележащим трубам;
- во избежание повреждения труб при выгрузке из полувагона и транспортировке на стреле трубоукладчика они должны находиться на высоте не менее 0,5 м от верха препятствия;
- стрелы трубоукладчиков должны быть оборудованы эластичными накладками;
- при укладке труб на плетевоз их необходимо уложить и закрепить таким образом, чтобы предотвратить их смещение во время движения плетевоза.

## 2.5. ПОРЯДОК ПРОИЗВОДСТВА И ВИДЫ РАБОТ

Технологическая последовательность выполнения работ:

- снятие плодородного слоя грунта;
- выполнение срезов грунта без восстановления по береговым участкам траншеи обеих ниток;
- планировка поверхности срезки послойно бульдозерами;
- укрепление поверхности грунта каменной наброской, толщиной 1м;
- сборка и сварка плети газопровода на площадке;
- контроль качества сварных соединений;
- очистка полости и испытание газопровода на стапеле Рисп= 1,5Рраб в течении 6 часов;

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- изоляция сварных стыков термоусаживающимися манжетами ТЕРМА-СТМП-Ø1420;
- установка комплектов для заделки стыков соединений необетонированных концов труб;
- водолазное обследование дна акватории;
- удаление из воды бревен и чистка дна акватории от мусора;
- разработка мокрых грунтов экскаватором со сланей;
- разработка подводной траншеи экскаватором с понтона;
- проверка отметок продольного профиля траншеи;
- подготовка к протаскиванию дюкера (сдача отметок подводной части траншеи контролирующим органом, установка лебедки, укладка тяговых стальных канатов)
- укладка трубопровода способом протаскивания по дну траншеи с разгружающими понтонами;
- калибровка полости и испытание газопровода после укладки, но до засыпки в траншею  $R_{исп} = 1,25 R_{раб}$  в течении 12 часов;
- подбивка грунта под уложенный трубопровод гидромонитором помощью водолазов;
- обратная засыпка подводной траншеи;
- отсыпка русла гравийно-галечным грунтом толщиной 1м;
- устройство перемычек из КП-Р-1,8;
- обратная засыпка береговой траншеи;
- укрепление срезов каменной наброской, толщиной 1м;
- укрепление срезов матрасами «Рено», установка габионов;
- устройство водосборных лотков.

### 2.5.1. Земляные работы

При производстве земляных работ следует руководствоваться требованиями [33], [31], [34], [35], [38], «Правилами по охране труда в

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

строительстве» утвержденными Приказом Минтруда России от 01.06.2015 №336н.

К началу производства работ:

- получить письменное разрешение на право производства работ;
- принять в установленном порядке створ перехода от генподрядчика (заказчика) со створными знаками и реперами;
- разработать инструкции по охране труда и пожарной безопасности;
- выполнить схемы производства работ, движения и расстановки техники;
- выполнить подготовку щитов (сланей);
- обеспечить у машиниста в кабине экскаватора - технологической карты на земляные работы по разработке и засыпке рабочего котлована, листа ознакомления с технологической картой;
- наряд-задание машинистам землеройных машин на производство работ;

В период организационной подготовки в границах участка разработки траншей (строительной полосы) выполняются следующие работы:

- расчистка строительной полосы от леса и кустарника, корчевка пней;
- снятие и складирование в специально отведенных местах плодородного слоя почвы (для последующего его восстановления в местах выемки);
- планировка строительной полосы, уборка валунов, камней, расчистка от снега;
- устройство ледовой переправы в зимний период;
- разработка майн в зимний период.

#### **2.5.1.1. Водолазное обследование**

В состав работ входят:

					<i>Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода</i>	<i>Лист</i>
						40
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



- подготовка снаряжения, средств обеспечения водолазных спусков и работ, места работы;
- спуск водолаза на грунт;
- водолазное обследование грунта по ходовому тросу;
- водолазное обследование тралением;
- подъем водолаза на поверхность.

При подготовке ВКР приняты следующие исходные положения:

- скорость течения реки – до 1,0 м/с;
- волнение воды – не более 2-х баллов;
- глубина – до 12,0 м;
- передвижение водолаза на грунте – свободное;
- работа производится в светлое время суток с самоходного водолазного бота (шлюпки);
- отсутствие загрязненности воды вредными примесями.

При выполнении водолажных спусков и работ должны быть обеспечены:

- организация спусков и работ и их медицинское обеспечение согласно настоящим Правилам и другим нормативным правовым актам, регламентирующим требования охраны труда водолазов;
- применение водолазной техники, отвечающей требованиям охраны труда и соответствующей характеру выполняемых работ, и глубинам погружения.

Водолазное обследование дна акватории по створу подводного перехода трубопровода проводится:

- перед началом работ по устройству подводной траншеи в целях выявления и последующего удаления препятствий, которые могут затруднить разработку подводного грунта;
- после разработки траншеи, до укладки трубопровода;
- после укладки трубопровода;

- после засыпки трубопровода.

Перед началом водолазных работ, выполняемых на отдельных объектах (в условиях экспедиции или командировки), решением работодателя, выполняющего водолазные спуски и работы, должны быть назначены:

- руководители водолазных работ;
- руководители водолазных спусков;
- водолазы, непосредственно участвующие в работах;
- работники, осуществляющие медицинское обеспечение;
- работники, обслуживающие водолазные спуски и работы.

В решении должно быть предусмотрено материально-техническое обеспечение водолазных спусков и работ.

Руководство водолазными работами производит мастер или прораб, допущенный к руководству водолазными работами на основании приказа директора и протоколов аттестационной комиссии. Руководство водолазными спусками осуществляет старшина водолазной станции (водолаз 6 – 7-го разряда), назначенный приказом директора и на основании протоколов ВКК.

Основным условием водолазного обследования является его ведение таким образом, чтобы исключить пропуски на осмотренном участке. Поэтому работу необходимо вести так, чтобы водолаз двигался по строго определенным направлениям, последовательно осматривая заданный участок.

Водолазное обследование может производиться двумя способами:

- обследованием по ходовому тросу;
- тралением.

Перед началом водолазных спусков руководитель водолазных спусков должен:

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– проверить запасы и качество сжатого воздуха, регенеративных и поглотительных веществ и принять меры для пополнения их запасов до необходимых норм;

– проверить готовность всех средств обеспечения водолазных спусков и работ;

– расставить и проинструктировать лиц, обслуживающих водолазный спуск;

– установить степень готовности страхующего водолаза (до пяти минут).

До начала работ по водолазному обследованию по ходовому тросу необходимо:

– установить на обоих берегах створные знаки, обозначающие границы обследуемой полосы, в пределах ширины раскрытия траншеи плюс 5 м выше и ниже по течению;

– уложить направляющие тросы по границам обследуемой полосы;

– уложить ходовой трос, имеющий на концах балласт с буйками на буйрепах, в начале обследуемой полосы;

– установить водолазный бот выше по течению на расстоянии от начала обследуемой полосы, равном половине длины водолазного шланга (при отсутствии течения водолазный бот установить на границе обследуемой полосы);

– измерить глубину в месте погружения водолаза;

– определить скорость течения и температуру воды;

– проверить готовность снаряжения и средств обеспечения водолазных спусков и работ;

– распределить обязанности между водолазами станциями: один спускается под воду (работающий водолаз), второй обеспечивает

					<i>Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода</i>	<i>Лист</i>
						43
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

спуск, находясь с сигнальным концом у борта (обеспечивающий водолаз), а третий поддерживает телефонную связь (страхующий водолаз);

- одеть работающего водолаза;
- установить и закрепить водолазный трап;
- опустить спусковой конец.

До начала обследования дна следует расположить сигнальный конец и шланг так, чтобы они не мешали работать и не запутались, проверить подачу воздуха. Передвигаясь от одного конца ходового троса к другому, водолаз осматривает грунт (рис. 1). Дойдя до противоположного конца ходового троса, водолаз переносит его вместе с балластом и буйком по направляющему тросу на расстоянии двойной видимости под водой. Второй конец переносится на такое же расстояние рабочими, находящимися на лодке. После этого водолаз продолжает обследование, двигаясь по ходовому тросу в обратном направлении. Длина ходового троса принимается немногим более ширины обследуемой полосы.

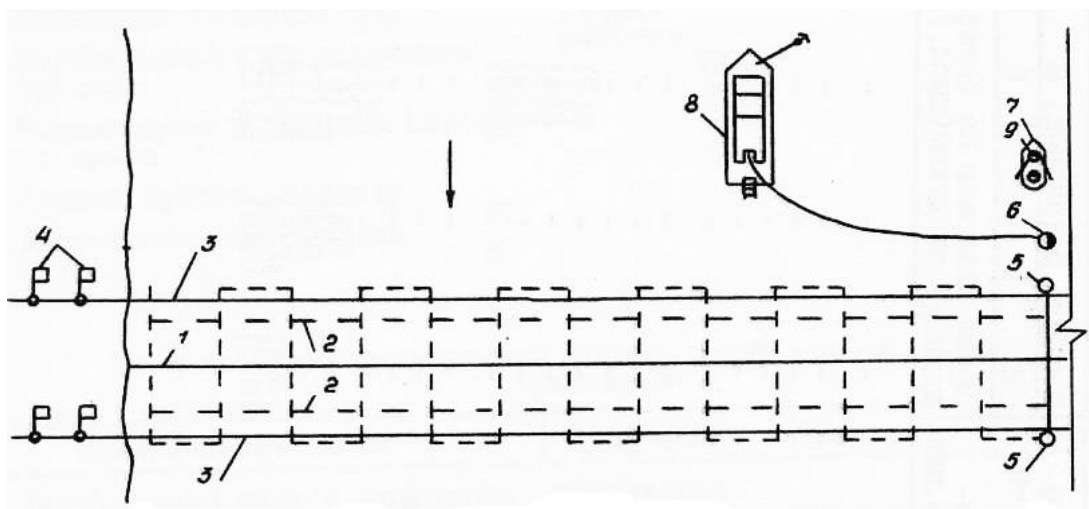


Рис.2.5.1.1 Схема водолазного обследования дна по ходовому тросу

1 - ось обследуемой траншеи, 2 - границы траншеи, 3 - направляющие тросы,  
4 - створные вехи, 5 - буйки, 6 - водолаз, 7 - шлюпка, 8 - водолазный бот, 9 - речные рабочие

По окончании работ или за 2 минуты до истечения допустимого времени пребывания под водой водолазу подают сигнал о подъеме. Получив сигнал, водолаз подходит к спусковому концу, берется за него руками, пропускает между ног и дублирует сигнал о подъеме. Получив подтверждение, обеспечивающий дает команду об уменьшении подачи воздуха и выбирает сигнальный конец и шланг. Подъем водолаза на поверхность производится равномерно, со скоростью 8 м/мин. Режим подъема выбирают в зависимости от глубины погружения и времени пребывания в ней водолаза с учетом интенсивности работы, условий спуска и индивидуальных особенностей водолаза. При подходе водолаза к поверхности его переводят со спускового конца на трап, по которому он поднимется на поверхность.

Для обследования дна на наличие не замытых наносами грунта предметов применяется способ траления, заключающийся в протаскивании мягкого трала по дну акватории.

До начала работ по водолазному обследованию тралением необходимо:

- разбить обследуемую полосу на участки шириной 25 – 30 м;
- обозначить границы участков створными знаками на берегах или вехах (буйками);
- расположить шлюпки с закрепленными на них концами трала на границах первой полосы;
- установить водолазный бот на якорь выше по течению обследуемой полосы;
- измерить глубину в месте погружения водолаза;
- определить скорость течения и температуру воды. Погружение водолазов под воду разрешается проводить при волнении водоема не более 2 баллов; в зависимости от температуры воды водолаз в вентилируемом снаряжении должен одевать: при температуре воды выше

+15°C – рабочий костюм, при +4 до +15°C – рабочий костюм, комплект шерстяного белья и меховые носки, при ниже + 4°C – рабочий костюм, два комплекта шерстяного белья и меховые носки. При спусках водолаза в гидрокомбинезоне (гидрокостюме) сухого типа водолаз должен одевать: при температуре воды выше +20°C – рабочий костюм; при менее +20°C – нательное белье и один комплект шерстяного белья.

– проверить готовность снаряжения и средств обеспечения водолазных спусков.

Шлюпки следуют параллельным курсом с опущенными на дно тралом со скоростью, допускаемой условиями обследования. При задевании трала за подводное препятствие шлюпки останавливаются, водолаз опускается на дно и обследует его. После освобождения трала и выхода водолаза из воды траление продолжается. По мере продвижения шлюпок вперед, водолазный бот переходит на новое место. Во время перестановок бота водолаз должен выходить из воды. Каждая последующая полоса должна перекрывать обследованную не менее чем на 5 м.

При обоих способах обследования дна рядом с обнаруженным предметом или препятствием водолаз устанавливает буюк или вежу и сообщает по телефону его краткую характеристику, положение на грунте, степень занесенности грунтом и другие сведения, заносимые в журнал водолазного обследования.

Обследование дна с выполнением промеров можно выполнять приборным обследованием с применением GPS (GLONASS) систем:

– до выполнения работ необходимо получить от Заказчика координаты опорных точек, совместно с геодезистом Заказчика проверить их правильность, чтобы в процессе производства работ выполнять плановые привязки на берегу и на акватории с субметровой точностью;

– головной GPS (GLONASS) приемник располагается на одном из берегов для получения точных статических координат;

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– на шлюпке производится монтаж эхолота, если он не стационарный, а также передатчика для получения относительных координат от головного GPS, выполняется проверка работы приборов, регулировка работы эхолота.

Определение поправок эхолота должно выполняться по тарифовочному устройству.

Подробно приборное обследование не рассматривается, т.к. данное обследование акватории, как правило, применяется независимой контрольной группой водолазов службы технического надзора Заказчика по утвержденным технологическим картам.

Проводя водолазные спуски при отрицательных температурах наружного воздуха следует принимать меры против переохлаждения спускающихся и обеспечивающих водолазов, принимать меры против замерзания воздухораспределительных щитов, шлангов, шланговых соединений, редукторов и легочных автоматов дыхательных аппаратов, травящее-предохранительных и дыхательных клапанов водолазного снаряжения. Воздушные баллоны следует наполнять максимально осушенным воздухом. Подготовку, рабочую проверку снаряжения и одевание водолазов (кроме вентилируемого снаряжения) необходимо производить в помещении с положительной температурой воздуха. Также предусмотреть обязательное наличие горячей воды в необходимых количествах у места спуска водолазов.

Спуски водолазов в зимнее время производятся:

- в обогреваемом снаряжении – при температуре окружающего воздуха не ниже минус 30°C, а при наличии ветра скоростью более 10 м/с – не ниже минус 20°C;
- в вентилируемом и глубоководном снаряжении без обогрева – при температуре окружающего воздуха не ниже минус 20°C, а при наличии ветра скоростью более 10 м/с – не ниже минус 15°C;

					<i>Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода</i>	<i>Лист</i>
						47
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

– в автономном снаряжении без обогрева – при температуре окружающего воздуха не ниже минус 10°C, а при наличии ветра скоростью более 10 м/с – не ниже минус 5°C.

Перед каждым спуском и после спусков, проводимых в условиях низкой температуры, водолазные шланги необходимо продувать осушенным воздухом.

Для предупреждения образования ледяных пробок в шланговых соединениях их необходимо опустить в воду. Не достигающие до воды соединения следует обернуть сухим теплоизоляционным материалом.

При уменьшении подачи воздуха в шланге, что может быть вызвано замерзанием шланговых соединений, водолаз должен немедленно доложить об этом. Водолаз, стоящий на подаче воздуха, должен внимательно следить за показаниями манометра. При повышении давления в шланге, что указывает на образование в соединениях шланга, находящихся на поверхности, ледяной пробки, он обязан немедленно доложить об этом командиру спуска. Водолазные спуски прекращаются до устранения неисправностей. Ледяные пробки в шланговых соединениях удаляются обогревом соединений с помощью горячей воды при сохранении установленного подпора воздуха в шланге.

При работе водолаз должен внимательно следить за работой дыхательных клапанов, на которых может образоваться ледяная корка. Перед надеванием дыхательного аппарата клапанную коробку с клапанами (легочный автомат) и редуктор необходимо просушить. При отрицательной температуре воздуха следует избегать длительного пребывания водолаза на поверхности после включения в аппарат. Для предупреждения замерзания клапанной коробки, редуктора и легочного автомата водолазу после включения в аппарат следует стараться дышать медленно и размеренно.

Выполнение работ водолазом на разделе сред воздух-вода в аппаратах с открытой, полужамкнутой и замкнутой схемой дыхания при

					<i>Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода</i>	<i>Лист</i>
						48
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		



отрицательной температуре запрещается, кроме снаряжений, специально предназначенных для этих целей.

При первых признаках нарушений работы дыхательных клапанов, редуктора, дыхательного автомата водолазного дыхательного аппарата или затруднении дыхания водолаз должен немедленно выходить на поверхность. Продолжение работ следует производить после восстановления нормальной работоспособности всех узлов и деталей снаряжения.

При выходе водолаза из воды его следует немедленно перевести на дыхание атмосферным воздухом, снять грузы и галоши (боты, ласты). Дальнейшее раздевание должно производиться в отапливаемом помещении, где исключается образование на снаряжении ледяной корки.

На водолазной станции должен находиться журнал водолазных работ, в котором фиксируются спуски и подводные работы, выполняемые водолазами. После проведения водолазного обследования дна траншеи оформляется Акт по форме 2.29 ВСН 012-88 часть II с приложением ведомости проектных и фактических отметок дна траншеи по оси нитки перехода трубопровода.

#### **2.5.1.2. Устройство майн ледорезными машинами**

В состав работ, входят:

- очистка льда от снега;
- разбивка створа и установка вешек на льду;
- установка ледорезной машины в створе;
- резка льда ледорезной машиной;
- извлечение льда из майны;
- удаление льда от майны.

Работы выполняются в дневное время в одну смену продолжительностью 8 часов.

До начала ледорезных работ необходимо:

					<i>Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода</i>	<i>Лист</i>
						49
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- подготовить к работе машины, механизмы, инвентарь и средства для безопасного ведения работ;
- произвести разбивку створа перехода и обозначить вешками;
- произвести промеры и определить толщину и характеристику льда;
- произвести очистку льда от снега;
- оградить участок работ предупредительными знаками.

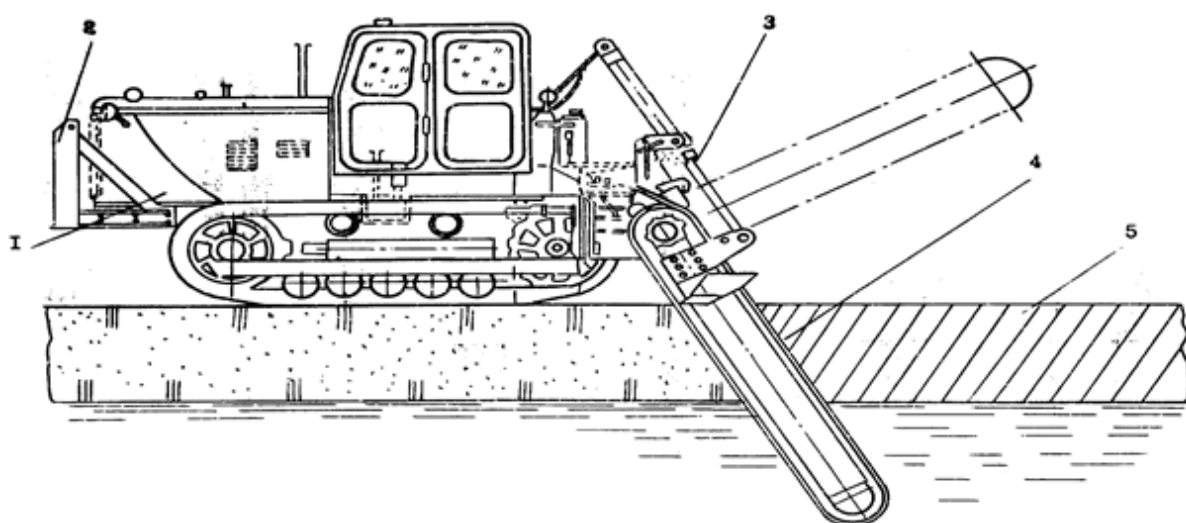


Рис. 2.5.1.2-1 Схема работы двухбаровой машиной

1- трактор Т-170, 2-отвал, 3- привод рабочей части, 4- рабочая часть(бар), 5-лед.

При производстве работ двухбаровой машиной лед прорезается баром, снабженным кулачковой цепью. Поворачиваясь в вертикальной плоскости, бар постепенно врезается в лед до необходимой глубины, затем включается рабочий ход (подача). В результате во льду нарезается прорезь (штраба) шириной 140 мм и размельченный лед выносится режущей цепью.

Баровая машина имеет два одновременно работающих бара. При одновременной работе двух баров за одну проходку машины разрабатывается две прорези и образуется майна шириной 0,8 м.

При устройстве майны шириной 1,5 м и более метров необходимо разработать две параллельные прорези одним баром, после чего поперечными прорезями полоса льда делится на карты с учетом

возможности удаления карт из майны трубоукладчиком или автокраном.  
Для подъема карт из майны применяются специальные стропы.

Ледорезные работы при глубине воды подо льдом более 0,5 м допускается выполнять после определения приведенной толщины ледяного покрова, способного выдержать нагрузку работающей ледорезной техники.

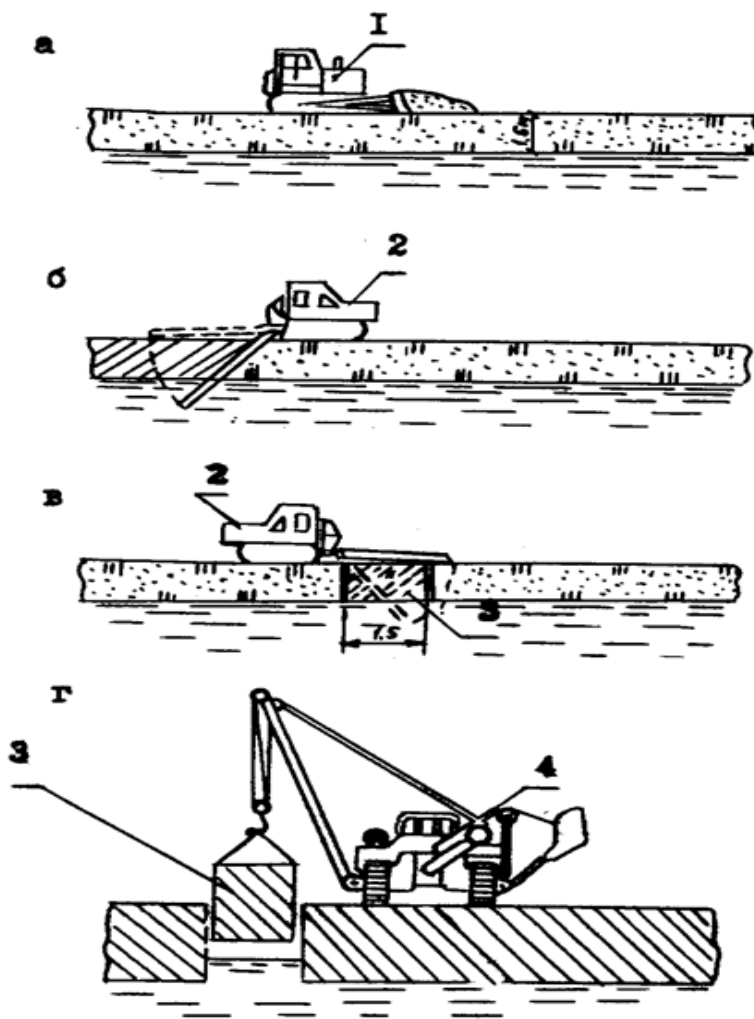


Рис. 2.5.1.2 - 2 Схема производства работ по устройству майны двухбаровой машиной

а) - очистка льда от снега бульдозером, б) - резка продольных прорезей, в) – резка поперечных прорезей, г) – уборка карт льда трубоукладчиком, 1 – бульдозер, 2 – баровая машина, 3 – карта льда, 4 – трубоукладчик.

### 2.5.1.3. Устройство ледовых переправ

Устройству ледовых переправ предшествует комплекс организационно-технологических мероприятий и подготовительных работ:

- определение конкретного места устройства ледовой переправы, закрепление створа переправы;
- створ ледовой переправы через рыбохозяйственные водоемы выбирается с учетом требований территориальных органов рыбоохраны
- назначение лиц, ответственных за безопасное и качественное проведение работ;
- инструктаж членов бригады по технике безопасности;
- заготовку указательных знаков и ориентирующих вех;
- обеспечение рабочих необходимым инвентарем, инструментом, спецодеждой и обувью по установленным нормам.

Ледовые переправы через ручьи, реки, озера, заменяющие в зимний период мосты и летние переправы, следует сооружать в два этапа. Летний этап должен включать уточнение створа переправы, устройство подходов, расчистку (планировку) пойменной части переправы, изготовление конструкций сопряжения берегов с ледяным покровом. Зимний этап должен включать устройство переправы, включая, при необходимости, искусственное наращивание толщины льда на переправе. Ледовая переправа должна иметь рекомендуемую ширину порядка 20 м и использоваться для одностороннего движения транспорта. Для встречного движения должна сооружаться параллельная ледовая переправа на расстоянии порядка 100 м от соседней.

В месте расположения переправ (на 100 м в обе стороны от оси трассы) не должно быть полыней, площадок для заготовки льда, выходов грунтовых вод, мест сброса теплых вод электростанций, нагромождений торосов.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Берега следует выбирать по возможности пологие и удобные для подхода к реке и спуску на лед.

Трасса ледовой переправы должна быть по возможности прямолинейна и пересекать реку под углом не менее 45°. Минимальный радиус закругления должен быть не менее 60 м. Съезды на лед необходимо устраивать с продольным уклоном не более 60 ‰. Конструкция съезда (выезда) должна иметь достаточную прочность, обеспечивающую требуемую грузоподъемность.

Кроме того, при уточнении и обследовании створа ледовой переправы устанавливаются:

- возможность использования кратчайшего расстояния по поверхности ледяного покрова и торосистых участков реки (где снежный покров меньше, а толщина льда вследствие этого больше);
- отсутствие резкого изменения глубины водоема и воздушной прослойки подо льдом при плохом сопряжении льда с берегом;
- данные о сроках ледохода и ледостава, толщине льда, глубинах водоема в створе переправы, изменениях температуры воздуха, скоростях течения и т.д.

При организации ледовой переправы следует оценить возможную грузоподъемность переправы и требуемые меры по усилению ледяного покрова. Толщину льда можно принимать по данным наблюдений за режимом водоема в створе переправы.

Требуемая толщина льда (в см) для пропуска нагрузок может быть определена по следующей формуле:

$$h_{\text{лп}} = 11 \cdot n_{\text{и}} \cdot \sqrt{P},$$

где P - полная масса нагрузки, т;

$n_{\text{и}}$  - коэффициент, учитывающий интенсивность движения:

N, авт./сут	< 500	500 - 2000	> 2000
$n_{\text{и}}$	1,0	1,1	1,25

При соблюдении условий  $h > h_{тр}$  переправу можно организовать по естественному льду. Для защиты поверхности льда от износа снежный покров сохраняют на толщину до 10 см при плотном и до 15 см при рыхлом снеге или устраивают деревянный настил.

При  $h < h_{тр}$  требуется усиление льда намораживанием сверху при стабильных отрицательных температурах или устройством настила. Намороженный сверху лед по прочности приравнивается к прочности мутного льда.

При усилении естественного ледяного покрова послойным намораживанием сверху расчетная толщина его принимается по формуле

$$h = (h_e + K_2 \times h_{нам}) K_3$$

где  $h_e$  - толщина естественного льда;

$h_{нам}$  - толщина намороженного льда;

$K_2 = 0,8$  - коэффициент изменения общей структуры ледяного покрова при наращивании дополнительного льда насосом;

$K_3 = 1 - 0,05 n_d$  - дополнительный коэффициент запаса прочности, вводимый при частых оттепелях, где  $n_d$  - число дней с момента появления воды на ледяном покрове.

Дальнейшие работы выполняют в следующем технологическом порядке:

- установить по береговым створам ориентирующие вехи;
- Измерить глубину водоема со льда через лунки лотом или эхолотом, толщину льда - градуированной рейкой (мерный шест), или другим апробированным способом. Если в лунках для промера толщины льда вода заполняет лунку менее чем на 0,9 толщины льда, устройство в этом месте переправы не разрешается, так как возможно зависание льда.
- очистить поверхность льда от снега;
- срезать ледорезной машиной, бульдозерным отвалом или отбойным молотком наплывы льда и торосов;

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При необходимости усиления ледяного покрова произвести: намораживание льда сверху. Намораживание льда сверху произвести на величину до 0,3 толщины основного льда.



Рис. 2.5.1.3-1 – Схема намораживания льда

Намораживание ледового покрова сверху следует производить слоями толщиной 3 - 5 см, чтобы они успели надежно промерзнуть и набрать запас холода. По краям намораживаемого слоя надо уложить рейки или жерди и обложить их снаружи утрамбованным смоченным снегом. При намораживании следующего слоя эти рейки (жерди) надо переставить, создав при этом откос порядка  $12^\circ$  с заложением сторон 1:5. Взамен реек (жердей) можно применять валики из мокрого снега высотой 20 - 30 см.

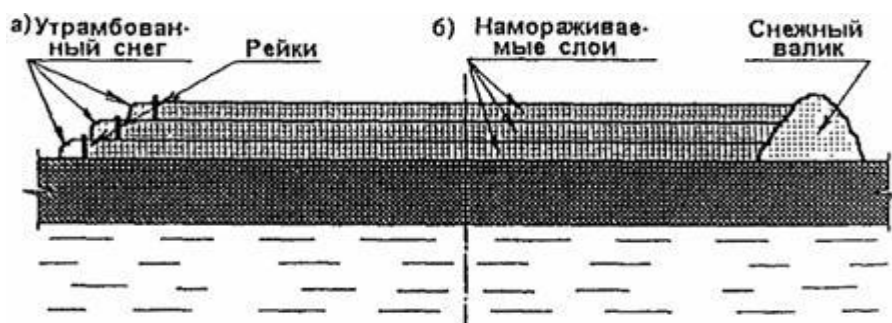


Рис. 2.5.1.3-2. Послойное намораживание ледяного покрова на переправе: а - с ограждением намораживаемых слоев рейками; б - с ограждением намораживаемых слоев снежным валиком

По обеим сторонам переправы на расстоянии 0,5 м от обочин установить хорошо заметные ограничительные вешки с интервалом между ними 15 - 20 м.

Постоянно следить за толщиной льда и его состоянием, чистотой проезжей части на переправе и подходах к ней.

По окончании работ необходимо очистить ледовый покров, подходы к переправе и затопляемые пойменные участки от дерева, горюче-смазочных материалов и прочего мусора.

### **Схема организации движения**

Ледовая переправа должна оборудована служебными помещениями, спасательными средствами (кругами, баграми страховочными и буксирными канатами т.д.) и средствами связи (радио, телефоном). Границы трассы должны быть обозначены днем - вехами, ночью - освещением (или вехами со светоотражающими элементами) через каждые 25 м. Перед съездом на переправу установить соответствующие дорожные знаки (ограничение массы, максимальной скорости, минимальной дистанции др.).

Движение транспортных средств по трассе ледовой переправы организуется в один ряд. Рекомендуется устанавливать дистанцию между автомобилями не менее 30 м и скорость движения не выше 20 км/ч. Однако, в зависимости от конкретных условий переправы, состояния ледяного покрова и полосы движения значения дистанции и скорости могут уточняться.

Тяжелые автопоезда и автомобили (массой более 25 т ) пропускают с минимальной дистанцией не менее 70 м впереди и сзади.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



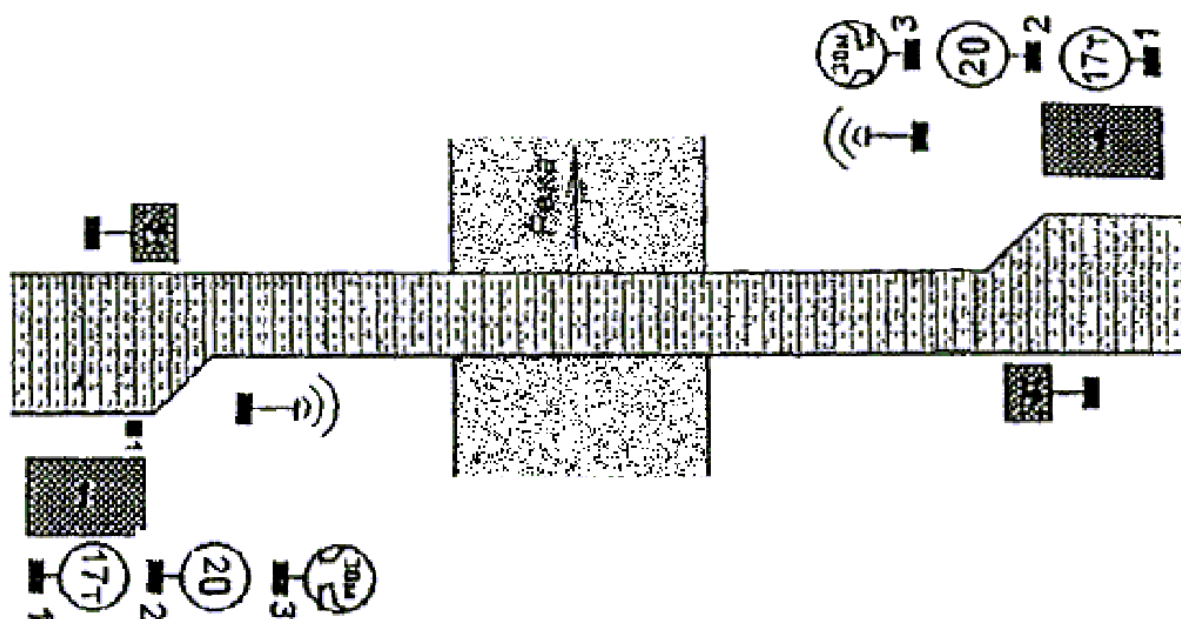


Рис. 2.5.1.3-3 схема организации движения.

1- служебное помещение с спасательными средствами (кругами, баграми страховочными и буксирными канатами и т.д.); 2- транспарант "Правила пользования переправой"; 1,2,3 дорожные знаки (ограничение массы, максимальной скорости, минимальной дистанции и др.). ↑ – вехи (через каждые 25 м)

#### 2.5.1.4. Разработка подводных траншей

В состав работ, входят:

- установка понтона с экскаватором в створе перехода;
- рыхление мокрого грунта экскаватором с понтона с навесным оборудованием гидромолот  $V = 2520 \text{ м}^3$ ;
- разработка подводной траншеи;
- перемещение экскаватора с понтоном вдоль створа с помощью оперативных лебедок и якорных тросов.

При подготовке ВКР приняты следующие исходные положения:

- скорость течения реки до  $1,0 \text{ м/с}$ ;
- волнение воды не более 2-х баллов;
- складирование грунта производится на площадки складирования, места устройства площадок см. генплан;
- максимальная глубина разработки траншеи - до  $12,0 \text{ м}$ ;

- ширина траншеи по дну – 8,6-9,6 м;
- откосы траншеи – 1:1.5;
- разработка траншеи производится в грунтах VI кат. с предварительным рыхлением гидромолотом;
- ёмкость ковша экскаватора – 1,0 м<sup>3</sup>;
- продолжительность рабочей смены – 8 часов;
- работы выполняются в одну смену.

Перед началом разработки подводных траншей проводят обследование дна водоема в створе перехода. Обнаруженные при обследовании препятствия в виде топляков, отдельных валунов, другие затонувшие объекты отмывают гидромонитором (грунтососом) и удаляют из зоны работ плавучими грузоподъемными средствами при участии водолазов.

Для подводной разработки грунта используется экскаватор с удлиненной стрелой на понтоне.

Рыхление скального грунта (гранит малопрочный неразмягченный выветрелый) в основании подводной траншеи выполняется экскаватором, дооборудованным навесным оборудованием - гидромолотом, ниже до проектных отметок водолазами с отбойными молотками для обеих ниток. Грунт из подводной траншеи понтонами перемещают к берегу. В приуездной части берега разгрузка грунта осуществляется экскаватором, с последующим перемещением грунта бульдозером в береговой отвал. Для обратной засыпки подводной траншеи грунт перемещается в обратном порядке. В плане условий для размещения отвала грунта оба берега одинаковы и уполаживаются срезкой

При разработке подводных траншей осуществляют постоянное метрологическое обеспечение контроля качества выполнения работ.

Операционный контроль качества разработки траншей на участке перехода газопровода включает проверку:

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- соответствия фактической оси траншеи ее проектному положению;
- отметок и ширины полосы отвода для работы экскаваторов, и другой наземной техники;
- параметров траншеи и соответствия их проектным данным;
- толщины слоя подсыпки мягким грунтом.

Контроль формы и параметров траншеи (ширина, глубина, откосы) проводят гидроакустическими средствами, а также непосредственными измерениями с помощью лота или мерными рейками. Продольный профиль проверяют в сечениях, указанных в проектной документации. Фактическая отметка дна траншеи не должна превышать проектную и может быть ниже проектной на величину до 0,1 м.

При несоответствии фактических параметров траншей проектным проводят их исправление до начала укладки трубопровода.

Расстояние от разбивочной оси до стенки траншеи по дну на береговых участках перехода должно быть не менее половины проектной ширины траншеи и не превышать ее более чем на 0,2 м, а на обводненных и заболоченных урезах и пойме — на 0,4 м.

Толщина слоя постели подсыпки из мягкого грунта на дне траншеи 0,2+0,1 м

К моменту укладки трубопровода дно траншеи должно быть очищено от твердых включений, которые могут повредить антикоррозионное покрытие, и выровнено в соответствии с проектом.

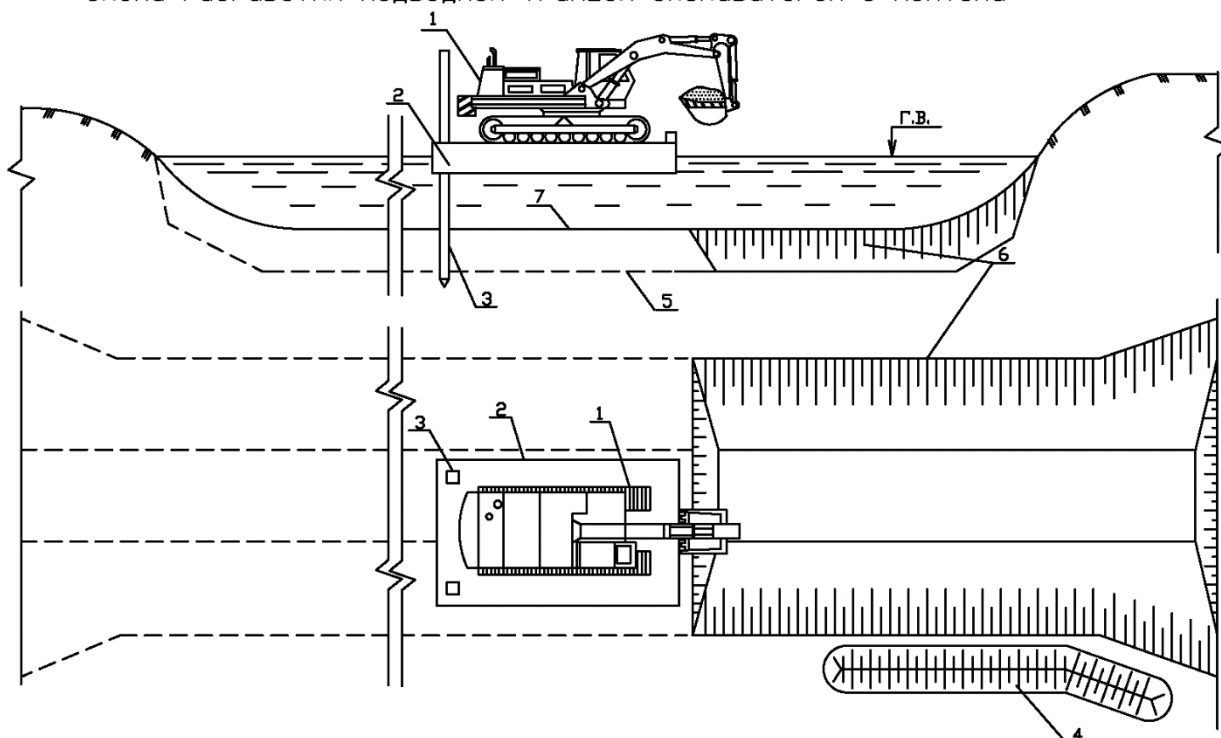
Нивелировка дна траншеи должна производиться:

- на прямых участках через 50 м;
- вертикальных кривых упругого изгиба через 10 м;
- вертикальных кривых, выполняемых с помощью гнутых отводов, через 2 м;

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						59
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- переходах через железные и автомобильные дороги, овраги, ручьи, реки, балки и другие преграды, на которые разрабатываются индивидуальные рабочие чертежи.

Схема разработки подводной траншеи экскаватором с понтона



1-экскаватор, 2-паромная переправа, 3-закольная свая, 4- прибрежный отвал грунта, 5-проектное дно траншеи, 6-разработанная траншея, 7-дно водоема,

### 2.5.1.5. Разработка срезок и береговых траншей

На участках трассы с продольными уклонами до  $15^\circ$  разработка траншей выполняется одноковшовыми экскаваторами в обычном режиме.

Скальный грунт правого берега представляет из себя гранит малопрочный неразмягченный средневыветрелый, слева до двух третей от объема траншеи сложено доломитом средней прочности неразмягчённым средневыветрелым и аналогичным гранитом.

На первом этапе земляных работ выполнить срезку скального грунта. Береговые участки подводного перехода уполаживаются срезками без восстановления с укреплением каменной наброской. Срезку выполнить на ПК6+37 – ПК8+02, ПК21+83,02 – ПК23+80 для основной нитки; ПК7+70 – ПК8+97, ПК22+81,92 – ПК25+00 для резервной нитки.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист 60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рыхление скального грунта на участках срезки выполнить экскаватором с гидромолотом.

Разрыхление и последующее удаление скальных грунтов осуществляется послойно в направлении от низа к верху по склону. Толщина слоя назначена с учетом характеристики скалы, уточняемой по результатам пробного рыхления. При послойном разрыхлении скального грунта траншея по длине разбивается на условные ступени- уступы с различными отметками дна уступа. Высота разрыхления слоев на каждом уступе не должна превышать высоты долота (0,9 м), и составляет 0,5-0,6м.

Для обеспечения разрыхления слоя скального грунта по длине траншеи последовательно разрыхляют участки траншеи, имеющие форму в плане части кругового кольца.

Рыхление выполняется несколькими параллельными проходками. Ширина одной лобовой проходки – 5 м. Рыхление выполняется ярусами, постепенно углубляясь до образования проектного контура котлована. Длина участка разрыхления каждой экскаватора установлена максимально возможной, исходя из размеров стрелы экскаватора.

Глубина, шаг рыхления уточняются на месте опытным путем.

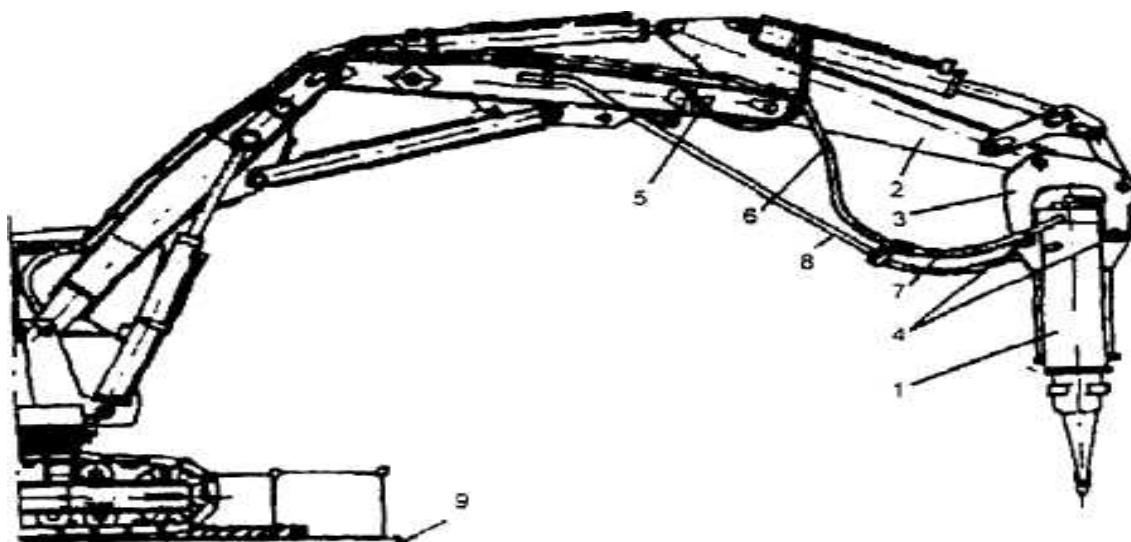


Рис.2.5.1.5. Гидромолот на экскаваторе: 1-гидромолот; 2-рукоять экскаватора; 3-проушины крепления; 4-болты крепления; 5-7-шланги энергопитания масляные; 8-шланг сжатого воздуха; 9-понтон.

Поверхность срезки вне границ раскрытия траншеи послойно планируется бульдозером (толщина слоя 0,5м).

На втором этапе разработку предварительно разрыхленного скального грунта срезок выполнить экскаватором с погрузкой в автосамосвалы и отвозкой на расстояние до 30 км.

Разработку в мокрых предварительно разрыхленных скальных грунтах выполнить экскаватором со сланей.

Обратная засыпка выполняется бульдозером.

Береговые участки подводного перехода уполаживаются срезками без восстановления с укреплением матрацами Рено.

Разработку предварительно разрыхленного скального грунта срезок выполнить экскаватором.

Разработку в мокрых предварительно разрыхленных скальных грунтах выполнить экскаватором со сланей.

#### **2.5.1.6. Особенности производства земляных работ в зимний период**

При разработке подводных траншей в зимнее время требуется выполнение следующих дополнительных работ:

- подготовка землеройной техники для работы в зимних условиях;
- нарезание ледорезной машиной прорезей в ледовом покрове или рыхление льда механическим способом с последующим удалением его с целью создания майн для перемещения в них экскаватора на понтоне;
- поддержание несущей способности льда путем его дополнительного намораживания для обеспечения движения техники по льду.

Выполнение работ на льду, связанных с установкой оборудования, размещением материалов, движением транспортных средств и техники, проводят после определения его несущей способности в соответствии с требованиями правил безопасности.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В зимний период при разработке траншей в русловой части водоемов применять следующее оборудование:

- экскаваторы с удлиненной рукоятью при работе с понтона в открытой майне;

- экскаваторы с грейферным оборудованием при работе понтона;

Устройство майн производят с использованием ледорезных баровых машин и крана манипулятора типа Камаз для выемки и перемещения ледяных глыб. Для поддержания майны в незамерзающем состоянии применяют потокообразователи. При необходимости перемещения разработанного грунта в прибрежные отвалы по льду используют легкие бульдозеры.

#### **2.5.1.7. Обратная засыпка траншей**

До начала работ по присыпке и засыпке уложенного трубопровода в любых грунтах следует:

- проверить соответствие положения верха уложенного забалластированного трубопровода проектным отметкам;

- проверить состояние и в случае необходимости отремонтировать изоляционное покрытие;

- проверить соответствие грунта подсыпки требованиям проекта;

- провести предусматриваемые проектом работы по предохранению изоляционного покрытия от механических повреждений;

- получить письменное разрешение представителя строительного контроля Заказчика на подбивку грунта под уложенный трубопровод гидромонитором с помощью водолазов;

- получить письменное разрешение представителя строительного контроля Заказчика на засыпку уложенного трубопровода;

- выдать наряд-задание на производство работ машинистам.

					<i>Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода</i>	<i>Лист</i>
						63
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

При производстве планировки (разравнивание) грунта, а также отсыпки гравийно-щебеночных грунтов под водой отклонение отметок отсыпки от проектных допускается в пределах  $\pm 0,2$  м.

Таблица № 2.5.1.7-1 - Параметры, контролируемые перед производством работ по засыпке трубопровода

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1. Гранулометрический состав грунта, предназначенного для устройства насыпей и обратных засыпок (при наличии специальных указаний в проекте)	соответствие проекту. Выход за пределы диапазона, установленного проектом, допускается не более чем в 20 % определений	Измерительный и регистрационный по указаниям проекта
2. Содержание в грунте, предназначенном для устройства насыпей и обратных засыпок древесины, волокнистых материалов, гниющего или легкосжимаемого строительного мусора	Не допускается	Ежесменный, визуальный
3. Размер твердых включений в насыпях и обратных засыпках	Не должен превышать 2/3 толщины уплотненного слоя, но не более 15 см для грунтовых подушек и 30 см для прочих насыпей и обратных засыпок	То же
4. Прочие характеристики грунтов, контроль которых предусмотрен проектом	Должны соответствовать проекту	По указаниям проекта

В состав работ входят:

- устройство анкерной опоры (якоря);
- прокладка троса через водоем;
- загрузка плавсредств с берега экскаватором;
- транспортировка плавсредств к месту засыпки;
- засыпка подводной траншеи;
- транспортировка плавсредств к месту загрузки.

При подготовке ВКР приняты следующие исходные данные:

- объем грунта для засыпки с плавсредств - 201600 м<sup>3</sup>;

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



- отсыпка русла гравийно-галечниковым грунтом 4 группы -69970 м3;
- волнение воды не более 2-х баллов;
- максимальная глубина траншеи от горизонта воды -12 м;
- откосы траншеи – 1:1,5;
- рельеф подводной траншеи – плавный;
- материал засыпки - вынутый грунт с траншеи;
- продолжительность рабочей смены – 8 часов.

В данной работе рассмотрен вариант засыпки подводной траншеи с плавсредств (понтон ПП-190, ПП-90), перемещаемой с помощью ходовых тросов. На понтонной переправе ПП-190 установлен экскаватор «Хитачи», грунт подается бульдозером по льду в майны.

Перед началом работ по засыпке подводных траншей с несамоходных плавучих средств должны быть выполнены следующие работы:

- установлены створные вехи по границам раскрытия подводных траншей;
- разработаны майны в зоне работы экскаватора с понтона;
- прибуксированы необходимые плав средства к месту работы;
- подготовлены и оснащены плавучие средства необходимым оборудованием;
- в приурезной части траншеи установить экскаватор;
- грунт обратной засыпки подводной траншеи перемещен, от площадок складирования к месту засыпки, бульдозером по льду.

Засыпка подводных траншей производится после промеров и получения разрешения на засыпку в установленном порядке.

Засыпку подводных траншей производить экскаватором с понтона из майн, для чего бульдозером переместить грунт в майны от площадок складирования грунта.

Засыпка производится до проектных отметок. После засыпки над трубопроводом устраивают валик грунта. Высота валика должна совпадать с величиной возможной осадки грунта в траншее.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица № 2.5.1.7-2 Величина осадки насыпи в зависимости от вида грунта

Грунт	Осадка насыпей высотой до 4 м при засыпке машинами, %	
	бульдозерами, автомобилями, самосвалами	одноковшовыми экскаваторами, траншее засыпателями
Песок мелкий	3	4
Песок крупный	4	6
Супесь, легкий суглинок	4	6
Тяжелый суглинок	8	10
Глина	9	10

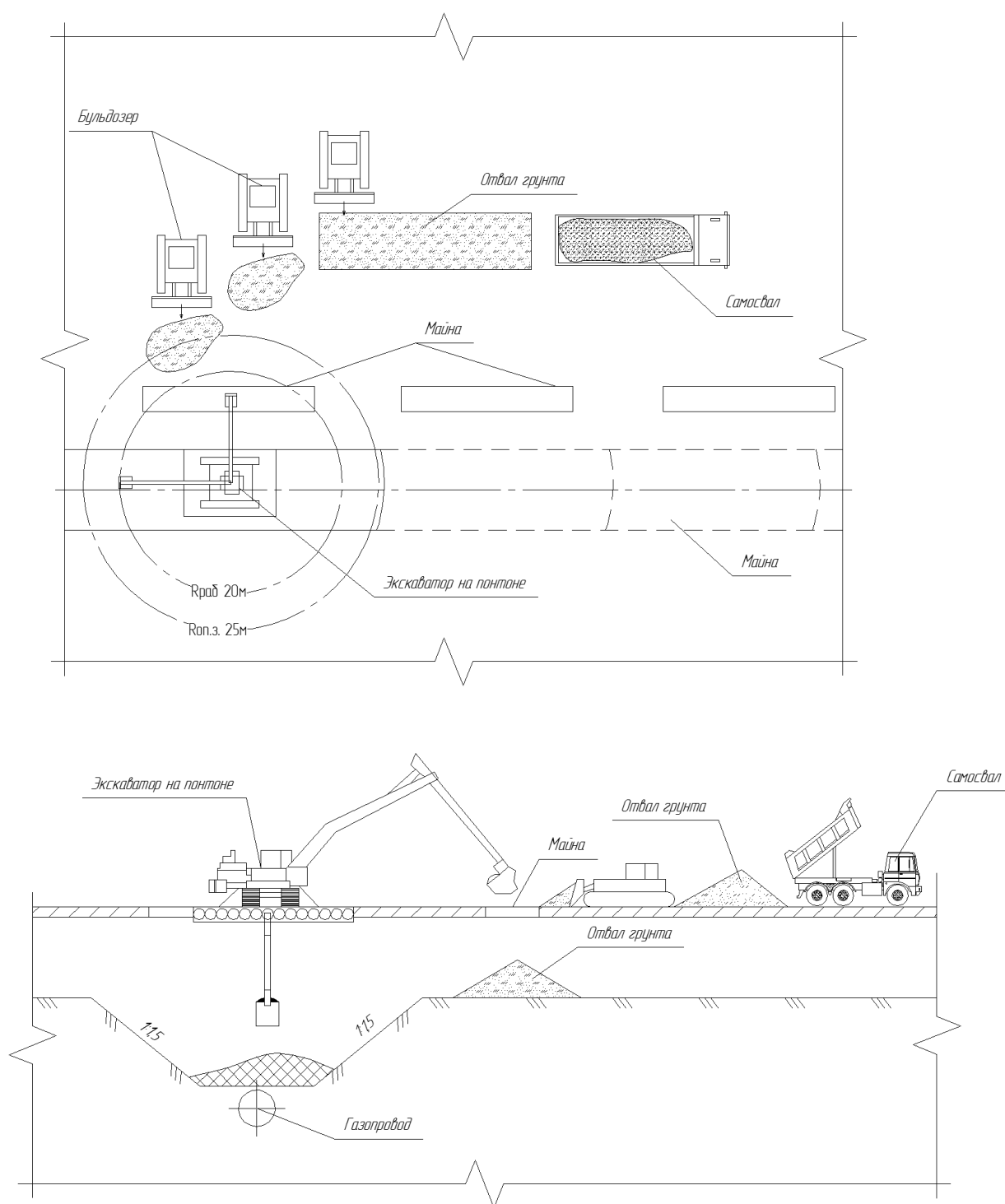


Схема 2.5.1.7. Засыпка подводной траншеи экскаватором с понтона

После засыпки подводной траншеи производятся промеры, и составляется сопоставительная ведомость проектных и фактических отметок поверхности обратной засыпки.

Производится водолазное обследование и составляется акт на засыпку уложенного трубопровода (ВСН 012-88, ч.II, ф.3.6).

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист 67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

После выполнения требований указанных выше и отсутствия замечаний по качеству засыпки, составляется акт на засыпку трубопровода уложенного в подводную траншею.

### **2.5.2. Монтаж и сварка газопровода при устройстве перехода**

Производство сварочных работ должно выполняться в соответствии с [40], «Временные требования к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, неразрушающему контролю качества сварных соединений и оснащенности подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ПАО «Газпром». Контроль качества сварных соединений должен выполняться в соответствии с [41], «Технические требования к сварке и НК качества сварных соединений при строительстве газопровода в том числе при пересечении зон активных тектонических разломов».

Руководитель сварочных работ должен быть аттестован по НК на метод контроля ВИК.

Трубы для строительства газопровода должны поступать с завода-изготовителя с установленными на них инвентарными заглушками. Конструкция заглушек должна позволять проводить все такелажные операции, не снимая их с торца трубы (тип заглушки должен обеспечивать защиту полости трубопровода от попадания пыли и загрязнений).

Строительно-монтажные организации в обязательном порядке должны сохранять заглушки на торцах труб при приемке, хранении на приобъектных складах, вывозке и раскладке труб по трассе. Снятие заглушек разрешается только непосредственно перед монтажом газопровода.

При устройстве перехода приняты трубы:

- Ø1420×32 с классом прочности K60, категории «В»;

При устройстве перехода применяются следующие виды сварки:

					<i>Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода</i>	<i>Лист</i>
						68
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- Ручная дуговая сварка электродами с основным видом покрытия (все слои шва).
- Ремонт дефектов сварного шва ручной дуговой сваркой.

### 2.5.3. Контроль сварных соединений

Контроль сварных соединений газопроводов производится:

- систематическим пооперационным контролем, выполняемым при подготовке, сборке и сварке газопроводов;
- визуальным и измерительным контролем качества сварных соединений;
- контролем качества сварных соединений физическими методами.

Контроль качества сварных соединений участков магистральных газопроводов произвести в соответствии с таблицей 1 [41] и «Временные требования к организации сварочно-монтажных работ, применяемым технологиям сварки, неразрушающему контролю качества сварных соединений и оснащенности подрядных организаций при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте магистральных газопроводов ПАО «Газпром», «Технические требования к сварке и НК качества сварных соединений при строительстве подводного перехода в том числе при пересечении зон активных тектонических разломов».

Контроль качества сварных стыков трубопровода выполняется в следующем объеме:

- визуально-измерительный 100 %;
- радиографический 100 %;
- ультразвуковой 100 %.

Контроль сборки деталей под сварку и процессов сварки подвергаются 100% контролю.

Гарантийные монтажные стыки подвергаются 100% визуально-измерительному, радиографическому и ультразвуковому контролям.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 2.5.4. Изоляция сварных стыков

Поставка труб для строительства предусматривается с заводским антикоррозионным покрытием.

Изоляция сварных стыков труб выполняется непосредственно на трассе, после проведения 1-го этапа испытаний.

Изоляция стыков труб термоусаживающимися манжетами ТЕРМА-СТМП - Ø1420 должна выполняться в такой последовательности:

- произвести обеспыливание, обезжиривание зоны сварного стыка труб и прилегающего антикоррозионного покрытия (при необходимости)
- пескоструйная очистка изолируемой стальной поверхности трубы и прилегающего антикоррозионного покрытия;
- нагрев зоны сварного стыка труб и прилегающего антикоррозионного покрытия;
- нанесение праймера;
- снятие упаковки, подогрев стыка и продвижка манжеты на стык с нахлестом на заводскую изоляцию не менее 7,5 см;
- установка манжеты
- установка замка
- термоусадка манжеты
- контроль качества изоляционного покрытия в зоне сварного стыка.

После очистки до степени 2 по [44] зону сварного стыка подогревают кольцевыми или ручными газовыми горелками до температуры  $90\pm 5^{\circ}\text{C}$ . Наносить эпоксидный праймер на базовую полиэтиленовую изоляцию запрещается!

Температура подогрева зоны сварного стыка регламентируется ТУ на манжеты и контролируется термометром.

Надвиг манжеты на подогретый стык: производится после удаления с нее упаковки.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Усадку манжеты следует начинать с ее середины, а нагрев вести с двух диаметрально противоположных сторон трубопровода с помощью четырех разных горелок или кольцевого разъемного нагревателя.

После укладки средней части манжеты нагрев и укладку следует продолжать от середины к краям.

При образовании на манжете гофр необходимо прекратить нагрев этих мест, а нагревать ровные соседние участки.

Для ускорения выравнивания поверхности манжет следует применять прикатывающие ролики из фторопласта.

Укладку трубопровода в траншею и его засыпку допускается производить при температуре неостывшего изоляционного покрытия стыка не выше 60 °С.

Все сквозные повреждения изоляционного покрытия, повреждения с оставшимся на трубе слоем полиэтилена толщиной менее 1,5 мм подлежат ремонту:

- отслоившееся от металла трубы покрытие удаляется;
- поврежденный участок тщательно очищается от грязи, наледи и влаги на расстоянии не менее 20 см от краев оставляемого покрытия (переход к металлу трубы должен иметь угол скоса не более 30°);
- поверхность металла трубы в месте повреждения очищается от ржавчины стальными проволочными щетками, от пыли и влаги - протирающей тканью;
- при температуре окружающего воздуха не ниже +10°С очищенную поверхность изоляционного покрытия и поверхность металла трубы равномерно нагревают газовой горелкой до температуры +40°С, не допуская коробления, плавления и отслаивания изоляционного покрытия, после чего наносится самоклеющаяся лента или специальная мастика.

## Последовательность установки термоусадочной манжеты (ленты)

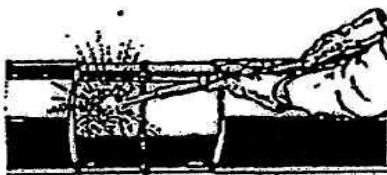


Рис.1 Механическая обработка поверхности трубы

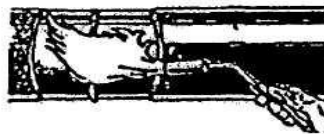


Рис.2 Нагрев изолируемой поверхности

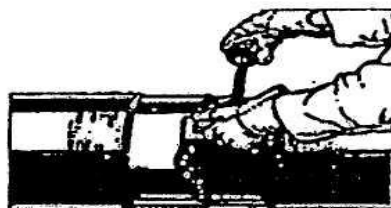


Рис.3 Нанесение праймера



Рис.4 Установка ленты на трубу

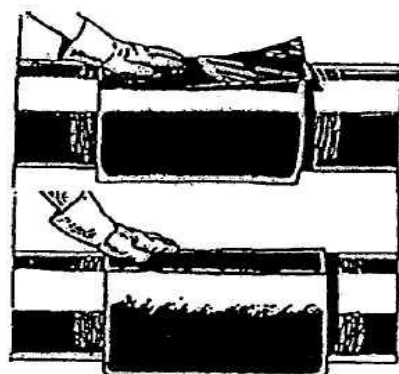


Рис.5 Установка замковой ленты

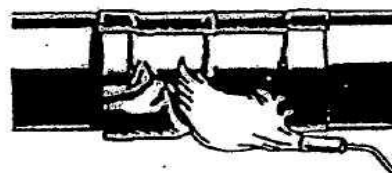


Рис.6 Усадка ленты

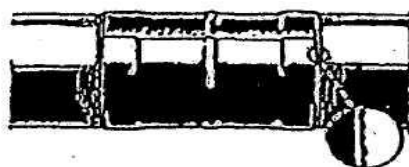


Рис.7 Вид качественной изоляции стыка

Рисунок 2.5.4 - Схема изоляции зоны сварных стыков труб термоусаживающимися манжетами

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Обоснование технических решений и инженерные расчеты  
устройства подводного перехода газопровода

Лист

72



### 2.5.5. Футеровка и балластировка газопровода

На переходе через р. Лена по согласованию с Заказчиком применена труба со сплошным балластным покрытием (обетонированием) в соответствии с ТУ 1394-035-04005951-2008. Защитное бетонное покрытие предусмотрено толщиной 105 мм с расчетной плотностью бетона 3200 кг/м. Стальная труба под бетонным покрытием покрывается заводским трехслойным полиэтиленовым покрытием толщиной не менее 3,5 мм. Для сварки обетонированных труб между собой предусматриваются концы труб без бетонного покрытия длиной 400 мм. Сварной шов труб после сварки и неразрушающего контроля заделывается специальными бетонными полукольцами длиной 800 мм. Конструкция обетонированного покрытия обеспечивает коэффициент отрицательной плавучести не менее 1.15.

### 2.5.6. Укладка газопровода методом протаскивания по дну

Строительство перехода выполняется траншейным методом, укладка трубопровода производится протаскиванием по дну с применением разгрузочных понтонов.

Укладка трубопроводов на подводных переходах способом протаскивания предусматривает следующие работы:

- подготовку плетей длиной, соответствующей размерам монтажной площадки и составу грузоподъемной техники;
- укладку трубопровода на спусковую дорожку;
- оснащение трубопровода оголовком, блоком, понтонами;
- установка лебедки ЛП 151, укладка в траншею трубы Ду 1420 обмотанную тросом (инвентарный якорь) на правом берегу, установка системы полиспаста;
- прокладку троса по дну траншеи и закрепление его концами на приваренном к трубопроводу оголовке и на тяговом механизме;

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- обследование водолазами состояния уложенного троса, обеспечение отсутствия препятствий для протаскивания, проверку готовности траншеи (промеры отметок дна и ширины траншеи);
- проверку (опрессовку) и подготовку понтонов для навески на протаскиваемый трубопровод;
- расстановку и опробование грузоподъемных механизмов вдоль первой плети трубопровода в соответствии с расчетными точками подъема;
- опробование средств связи и утверждение системы сигналов при протаскивании;
- протаскивание первой плети L~ 130 м, перекладку следующей плети в створ протаскивания, сварку стыка, контроль физическими методами, протаскивание двух плетей (операции повторяются до завершения монтажа и протаскивания всего дюкера);
- снятие установленных на трубопровод понтонов и погружение трубопровода на дно траншеи;
- контроль положения уложенного в траншею трубопровода;
- демонтаж оборудования протаскивания.

Протаскиванию подлежит газопровод длиной по основной нитке 1750 м, резервной – 1730 м.

При перемещении и укладке газопровода диаметром 1400 мм, при учете длины дюкера~ 130 м, должно использоваться - 11 трубоукладчиков D-355С, соответствующих по грузоподъемности и моменту устойчивости, расстояние между трубоукладчиками составляет 11,5 м

Отдельные виды (операции) работ следует выполнять в соответствии с технологическими картами проекта производства работ и учете параметров, приведенных в таблице 2.5.6-1.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.5.6-1 – Весовые и прочностные характеристики трубопровода

Технические характеристики	Ед. изм.	Параметр
Наружный диаметр	мм	1420
Толщина стенки	мм	32
Вес трубопровода в воздухе с изоляцией и бетонным покрытием	кг/м	2622
Вес трубопровода в воде	кг/м	515,09
Предел прочности	МПа	590
Предел текучести	МПа	480
Коэффициент трения скольжения дюкера о грунт по суше	$f_c$	0,55
Коэффициент трения скольжения дюкера о грунт в воде	$f_b$	0,55
Коэффициент трогания с места	$K_{TR}$	1,5

Удельный вес м.п. обетонированной трубы 1420x32 = 2622 кг/м,

$$\text{Архимедова сила: } F_a = V_{\text{тр}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot g = (3,14 \cdot 1,632/4) \cdot 1750 \cdot 1000 \cdot 9,8 = 35\,769\,180,475 \text{ Н.} \quad (1)$$

$$\text{Вес трубопровода в воздухе: } P_{\text{в воздухе}} = P_c \cdot L_{\text{общ}} \cdot g = 2622 \cdot 1750 \cdot 9,8 = 44\,967\,300 \text{ Н.} \quad (2)$$

$$\text{Вес трубопровода в воде: } P_{\text{в воде}} = P_{\text{в воздухе}} - F_a = 44\,967\,300 - 35\,769\,180,475 = 9\,198\,119,525 \text{ Н} \quad (3)$$

$$\text{Удельный вес м.п. трубопровода в воде: } q_b = P/L_b \cdot g = 9\,198\,119,525 / 1750 \cdot 9,8 = 515,09 \text{ кг/м,} \quad (4)$$

Расчет тяговых усилий, необходимых в момент протаскивания дюкера по воде, производится по формуле:

$$T_b = K_{TR} \times Q_b, \text{ где:} \quad (5)$$

$K_{TR}$  - коэффициент трогания с места;  $Q$  - вес трубопровода в кН,

$$K_{TR} = 1,5$$

$$\text{где } Q_b = (P_{\text{в воде}} \cdot f_b) / 1000,$$

$$f_b - \text{коэффициент трения скольжения дюкера о грунт по воде, } f_b = 0,55;$$

$$Q_c = P_{\text{в воде}} * f_B = 9\,198\,119,525 * 0,55/1000 = 5058 \text{ кН.}$$

$$T_B = 1,5 * 5058 = 7587 \text{ кН.}$$

Результаты расчета тяговых усилий, необходимых на различных этапах протаскивания приведены в таблице 2.5.6-2:

Таблица 2.5.6-2

№ п/п	Схема этапа	Длина дюкера, м		Вес дюкера, тн			Требуемое тяговое усилие, т		Механизмы, обеспечива- ющие протаскивание и создаваемые ими усилия, т
		на суше	в воде	на суше	в воде /с учетом понтон	на суше с учетом работы тр-ков	суша	вода /с учетом понтон а	
Основная нитка ПТР 1750 м									
1	1 этап (1 плеть -130м)	130	0	340,86	0	0	23,6	0	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛП-151 – 24,5т
2	2 этап (плеть 130 м)	155	105	406,41	54,07	0	22,1	40,5	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛП-151 – 40,5 т
3	3 этап (плеть 130 м)	155	235	406,41	121 (86,6)	0	20,6	64,95	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛП-151 – 85,55т Разгружающий понтон – 2 шт (34,4 т)
4	4 этап (плеть 130 м)	155	365	406,41	187,9 (84,7)	0	19,1	63,52	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛП-151 – 82,6т Разгружающий понтон – 6шт (103,2 т)
5	5 этап (плеть 130 м)	155	495	406,41	254,9 (117,3)	0	17,6	87,9	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛП-151 – 105,5т Разгружающий понтон – 8шт (137,6 т)
6	6 этап (плеть 130 м)	155	625	406,41	321,8 (81,07)	0	16,1	60,8	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛП-151 – 76,9т Разгружающий понтон – 14шт (240,8 т)
7	7 этап (плеть 130 м)	155	755	406,41	388,8 (79,2)	0	14,6	59,4	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛП-151 – 74т Разгружающий

									понтон – 18шт (309,6 т)
8	8 этап (плеть 130 м)	155	885	406,41	440,3 (57,5)	0	13,1	43,14	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 56,24т Разгружающий понтон – 22шт (382,8 т)
9	9 этап (плеть 130 м)	155	1015	406,41	522,7 (109,9)	0	11,6	82,4	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 94т Разгружающий понтон – 24шт (412,8 т)
10	10 этап (плеть 130 м)	155	1145	406,41	589,6 (108)	0	10,1	81	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 91,1т Разгружающий понтон – 28шт (481,6 т)
11	11 этап (плеть 130 м)	155	1275	406,41	656 (105,6)	0	8,6	79,2	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 87,8т Разгружающий понтон – 32шт (550,4 т)
12	12 этап (плеть 130 м)	155	1405	406,41	723,5 (104,3)	0	7,1	78,2	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 85,3т Разгружающий понтон – 36шт (619,2 т)
13	13 этап (плеть 130 м)	155	1535	406,41	790,5 (102,5)	0	5,6	76,9	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 82,5т Разгружающий понтон – 40шт (688 т)
14	14 этап (плеть 60 м)	85	1665	223	857,4 (100,6)	0	4,1	75,5	Трубоукл-ки – 7 ед. – 287 т, ЛПП-151 – 79,6т Разгружающий понтон – 44шт (756,8 т)
15	Завершающий этап	0	1750	0	901,2 (110)	0	2,6	82,5	ЛПП-151 – 85,1т Разгружающий понтон 46шт (791,2т)
Резервная нитка ПТР 1730 м									
1	1 этап (1 плеть -130м)	130	0	340,86	0	0	23,6	0	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 24,5т
2	2 этап (плеть 130 м)	155	105	406,41	54,07	0	22,1	40,5	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 40,5 т

3	3 этап (плеть 130 м)	155	235	406,41	121 (86,6)	0	20,6	64,95	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 85,55т Разгружающий понтон – 2 шт (34,4 т)
4	4 этап (плеть 130 м)	155	365	406,41	187,9 (84,7)	0	19,1	63,52	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 82,6т Разгружающий понтон – 6шт (103,2 т)
5	5 этап (плеть 130 м)	155	495	406,41	254,9 (117,3)	0	17,6	87,9	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 105,5т Разгружающий понтон – 8шт (137,6 т)
6	6 этап (плеть 130 м)	155	625	406,41	321,8 (81,07)	0	16,1	60,8	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 76,9т Разгружающий понтон – 14шт (240,8 т)
7	7 этап (плеть 130 м)	155	755	406,41	388,8 (79,2)	0	14,6	59,4	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 74т Разгружающий понтон – 18шт (309,6 т)
8	8 этап (плеть 130 м)	155	885	406,41	440,3 (57,5)	0	13,1	43,14	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 56,24т Разгружающий понтон – 22шт (382,8 т)
9	9 этап (плеть 130 м)	155	1015	406,41	522,7 (109,9)	0	11,6	82,4	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 94т Разгружающий понтон – 24шт (412,8 т)
10	10 этап (плеть 130 м)	155	1145	406,41	589,6 (108)	0	10,1	81	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 91,1т Разгружающий понтон – 28шт (481,6 т)
11	11 этап (плеть 130 м)	155	1275	406,41	656 (105,6)	0	8,6	79,2	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛПП-151 – 87,8т Разгружающий понтон – 32шт (550,4 т)
12	12 этап (плеть 130 м)	155	1405	406,41	723,5	0	7,1	78,2	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т,

					13(104,3 )				ЛП-151 – 85,3т Разгружающий понтон – 36шт (619,2 т)
13	13 этап (плеть 130 м)	155	1535	406,41	790,5 (102,5)	0	5,6	76,9	Трубоукл-ки – 11 ед. – 451 т, ЛП-151 – 82,5т Разгружающий понтон – 40шт (688 т)
14	14 этап (плеть 40 м)	65	1665	170,4	857,4 (100,6)	0	4,1	75,5	Трубоукл-ки – 6 ед. – 246 т, ЛП-151 – 79,6т Разгружающий понтон – 44шт (756,8 т)
15	Завершающий этап	0	1730	0	890,9 (99,7)	0	2,6	82,5	ЛП-151 – 85,1т Разгружающий понтон 46шт (791,2т)

В трубопроводе, протаскиваемом по грунтовой спусковой дорожке, возникают продольные напряжения, которые рассчитываем по следующей формуле:

$$G_{\text{пр}} = T/F \pm ED_H/2r \leq 0,9 R_2, \quad (6)$$

где  $G_{\text{пр}}$  - суммарные продольные напряжения в трубопроводе, кН/см<sup>2</sup> ;

$T = 14701$  - максимальное тяговое усилие, прикладываемое к трубопроводу, в воде, кН.;

$F$  - площадь сечения трубы, см<sup>2</sup>;  $F = (F_{\text{общ}} - F_{\text{внутр}})/10^4 = 3,14(1420/2 - 3,2)^2 = 1443$  см<sup>2</sup>

$E = 2,1 \cdot 10^5$ , кН/см<sup>2</sup> - модуль упругости стали;

$D_H = 142$  - наружный диаметр трубы, см;

$r = 90000 = 9 \cdot 10^4$ , см - радиус кривизны спускового пути;

$R_2 = 48$  кН/см<sup>2</sup> - нормативное сопротивление металла трубы, принимаемое равным минимальному значению предела текучести;

$T/F = 14701/1443 = 10,18$  кН/см<sup>2</sup>,

$ED_H/2r = (21 \cdot 10^4 \cdot 142) / (2 \cdot 9 \cdot 10^4) = 16,5$  кН/см<sup>2</sup>,

$$G_{\text{пр}} = 10,18 + 16,5 = 26,68 \text{ кН/см}^2,$$

$$G_{\text{пр}} < 0,9 R_2, 26,68 < 43,2.$$

Таким образом, величина суммарных продольных напряжений, возникающих в трубопроводе при протаскивании, значительно меньше максимально допустимой.

Расстояние между трубоукладчиками будет составлять, с учетом протаскивания 14 плетей длиной по ~ 130 м 11 трубоукладчиками, не более 12 метров что меньше допустимого расстояния между опорами (трубоукладчиками) рассчитанного по формуле:

$$L_{\text{опор}} = \sqrt{\frac{2 \times m \times \delta_T \times W}{q}}, \quad \text{м,} \quad \text{где:} \quad (7)$$

$m = 0,71$  – коэффициент условий работы;

$\delta_T = 3500 \text{ кг/см}^2$  – предел текучести металла трубы;

$$\beta = \frac{D_{\text{нар}}}{D_{\text{внутр}}} = 142/135,6 = 1,05,$$

$W$  – момент сопротивления сечения трубы 1420х32,  $\text{см}^3$

по формуле:

$$W = \frac{\pi}{32} \times D_{\text{внутр}}^3 \times \frac{\beta^4 - 1}{\beta} = (3,14/32) \times 135,6^3 \times (1,05^4 - 1)/1,05 = 244345 \times 0,2 = 48\,869 \text{ см}^3, \quad (8)$$

$q = 26,22 \text{ кг/см}$  – вес обетонированной трубы 1420х32,

$$L_{\text{опор}} = \sqrt{\frac{2 \times 0,71 \times 3500 \times 48869}{26,22}} = 3043 \text{ см} = 30,43 \text{ м}.$$

Контроль величины тяговых усилий производится динамометрическими весами.

Технологическая схема протаскивания дюкера см. приложение 1.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



### 2.5.7. Испытание на прочность, проверка на герметичность и удаление воды после испытания газопровода

На основании принятых решений по очистке полости, испытанию, осушке и заполнению азотом газопровода в соответствии с [49], пункт 5.3 подрядная организация разрабатывает Специальные рабочие инструкции по очистке полости, гидравлическому испытанию на прочность, проверке на герметичность, осушке и заполнению азотом газопровода, с учётом местных условий производства работ, согласовывает их с Заказчиком, эксплуатирующей и Проектной организацией, осуществляющей контроль и надзор и утверждает у Председателя комиссии, назначенной на основании совместного приказа Генподрядчика и Заказчика

Основная и резервная нитки двухниточных переходов через реку испытываются в три этапа:

- Первый этап испытаний выполняется только гидравлическим способом на стапеле при  $R_{исп.}=1.5R_{раб.}$  забалластированных трубных плетей. Протяженность участка испытания определяется длиной участка ПТР (1750 м для основной нитки и 1730 м для резервной нитки).

Допускается в случае сложного рельефа местности (определяющим возможную длину монтажной площадки), а также при достижении забалластированных трубных плетей предельной массы, делить забалластированную плеть участка ПТР на две и более плетей. Каждая из таких плетей испытывается последовательно при  $R_{исп.}=1.5R_{раб.}$ , с последующим объединением через гарантийные стыки в общую плеть на спусковой площадке. Давление в нижней точке трубной плети (каждой отдельной трубной плети) не должно превышать более гарантированного заводом испытательного давления ( $R_{зав.}$ ). Количество гарантийных стыков должно быть минимально возможным и рекомендуемая наименьшая длина

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

каждой из отдельных плетей не менее ста метров. Первый этап испытаний выполняет подрядчик ответственный за работы на участке ПТР.

Калибровка участка трубопровода производится после протаскивания рабочей плети и укладки трубопровода на проектные отметки, до проведения второго этапа гидроиспытаний. Калибровка участка трубопровода производится пропуском калибровочного поршня. Движение поршня осуществляют путём подачи воздуха в трубопровод компрессором. Калибровку участка трубопровода следует производить по специальной рабочей инструкции на калибровку газопровода.

Второй этап испытаний выполнять гидравлическим способом, уложенной на проектные отметки в подводную траншею, забалластированную трубную плетть при  $R_{исп}=1.25R_{раб}$ . Допускается выполнять второй этап испытаний для участка ПТР совместно с прилегающими пойменными участками и арматурными узлами.

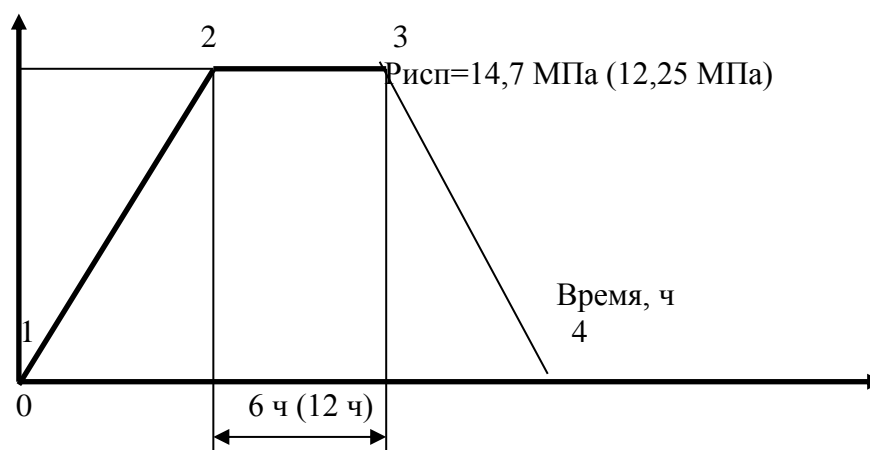


Рис. 2.5.7 - График изменения давления при гидравлическом испытании (I, II этап)

Третий этап испытаний выполняется совместно с линейной частью пневматическим способом при  $R_{исп}=1.1R_{раб}$ .

При проведении гидроиспытаний при отрицательных температурах предотвращение замерзания воды в трубопроводе при проведении 1 этапа

гидроиспытаний предусматривается с помощью подачи теплого воздуха от тепловых электрических пушек в укрытие каркасного типа.

После завершения испытаний из трубопроводов должна быть удалена вода.

Вытеснение воды из полости трубопровода с применением поршней-разделителей и предварительная осушка газопровода с пропуском пенополиуретановых поршней выполняется под давлением сжатого воздуха, подаваемого от высокопроизводительных компрессорных установок. После выхода первого сухого поршня (допускается увеличение массы поршня не более чем на 10%) предварительно осушенный участок заглушается герметичными временными заглушками, которые снимаются непосредственно перед монтажом с примыкающими участками. Вытесненная вода сбрасывается в амбар-отстойник.

Скорость перемещения поршня-разделителя для удаления воды должна быть не менее 5 км/ч и не более величины, определяемой технической характеристикой применяемого поршня-разделителя.

Пуск и прием поршней осуществляется с помощью временных камер пуска-приема. Временные камеры пуска-приема должны отвечать требованиям по очистке полости и испытанию магистрального газопровода и СП 111-34-96.

Для сброса опрессовочной воды и проведения внутритрубной диагностики выполнить устройство амбаров-отстойников с противοfiltrационным экраном расположенный за пределами прибрежной защитной зоны (ПЗП):

- для основной нитки размерами 58х33х1 м (длина, ширина, глубина);
- для резервной нитки - 72х28х1м (длина, ширина, глубина).

После проведения гидроиспытаний выполнить рекультивацию участков, занимаемых амбарами-отстойниками.

					<i>Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода</i>	<i>Лист</i>
						83
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1-заполнение трубопровода водой до 20 кг/см<sup>2</sup> и осмотр трассы; 2-подъем давления до Р<sub>исп</sub>; 3- период испытания на прочность; 4-снижение давления до статического.

Скорость подъема давления регулировать с заданием оборотов двигателя насоса агрегата и регулированием вентилем сбросной линии. Скорость подъема давления контролировать по секундомеру и при испытании она не должна превышать 0,4 кгс/см<sup>2</sup> в минуту. При достижении величины давления, равной 0,9 от величины максимального испытательного давления в нижней точке трассы, скорость подъема давления должна находиться в пределах от 0,1 до 0,2 кгс/см<sup>2</sup> в минуту.

#### 2.5.7.2. Организация и производство работ по очистке полости и калибровке газопровода

Калибровка участка трубопровода производится после протаскивания рабочей плети и укладки трубопровода на проектные отметки, до проведения второго этапа гидроиспытаний. Калибровка участка трубопровода производится пропуском калибровочного поршня. Движение поршня осуществляют путём подачи воздуха в трубопровод компрессором. Калибровку участка трубопровода следует производить по специальной рабочей инструкции на калибровку газопровода.

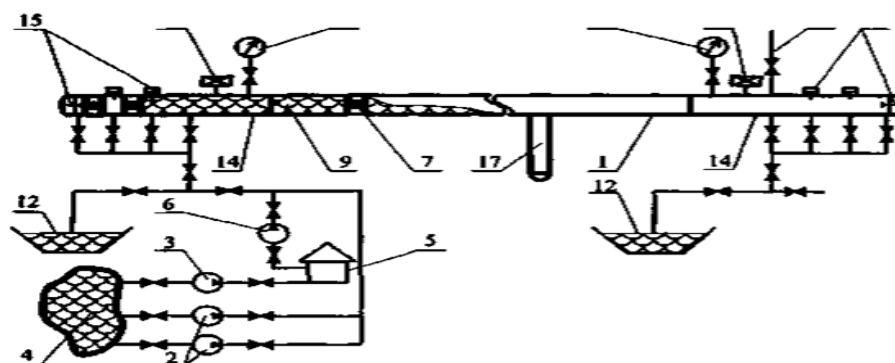


Рис. 2.5.7.2 – Схема очистки трубопровода с прогоном очистных поршней.

Обозначения: 1 - испытываемый трубопровод; 2 - наполнительные агрегаты; 3 - насос низкого давления; 4 - источник воды; 5 - резервуар для воды; 6 - опрессовочный агрегат; 7 - разделительные (очистные) поршни; 8 - манометр; 9 - вода; 10 - патрубок

для выпуска воздуха; 11 - компрессор; 12 - резервуар-отстойник; 13 - пенополиуретановые поршни, 14 - инвентарная камера пуска-приема ВТУ; 15 - стопорные устройства; 16 - датчик давления и температуры; 17 - перемычка между сооружаемым (ремонтируемым) и действующим газопроводом.

### 2.5.8. Работы по берегоукреплению

До производства работ по укреплению берегов и верха траншеи, на береговых склонах для предотвращения уноса и сползания грунта в траншею и в теле восстанавливаемых срезов устанавливаются противозерозионные, грунтозадерживающие дамбы из наполненных привозным или местным грунтом полимерконтейнеров типа КП-Р-1.8.

Укрепление русловой части выполняется местным неразмываемым галечниковый грунтом, полученным от разработки траншеи, слоем толщиной 1 м. Верх приурезных береговых траншей, основания срезов на пологих уклонах в пределах горизонта ГВВ 1% вероятности плюс 0,5 м укрепляются каменной наброской мощностью слоя до 1 м. Отсыпка камня производится по геотекстилю, уложенному на слой песчаного грунта высотой 0,20 м. Расчетная крупность камня составляет 35 см, марка камня по прочности - не менее 400, коэффициент размягчаемости - 0,85.

Для крепления верха береговых траншей, расположенных на крутых приурезных склонах и откосов срезов в пределах горизонта ГВВ 1% вероятности плюс 0,5м в проекте применяются матрацы Рено с габионными конструкциями в качестве подпорных стенок. Матрацы Рено представляют собой плоскостные конструкции заводского изготовления малой высоты и большой площади поверхности, выполненные из металлической сетки двойного кручения с шестиугольными ячейками, разделенные на секции при помощи диафрагм. В проекте применены матрацы Рено размерами 3,0х2,0х0,17 и 3,0х2,0х0,30 и коробчатого типа 2,0х1,0х1,0 и 1,5х1,0х1,0.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для защиты берегов после восстановления срезки выполняется их укрепление георешеткой.

До начала работ по укреплению должны быть выполнены следующие работы:

- проведена инструментальная выноска границ укрепления и установка створных знаков;
- подготовлены и завезены в зону строительства материалы в необходимом количестве;
- заготовлены инструменты и приспособления для производства работ.

#### **2.5.9. Инженерная защита (укрепление срезок)**

Береговые участки сразу от урезов уполаживаются глубокими срезками без восстановления. Глубины срезки по правому берегу превышают 18 метров. С учетом показателей уровня ГВВ 1% вероятности, характеристик грунтов обратной засыпки, глубины срезок, крутизны склонов и ответственности перехода в проекте принято решение:

- основания и откосы срезок укрепляются матрацами Рено, с упорами в основании откосов из габионных конструкций;
- раскрытие береговой траншеи на участках срезок в границах уровня ГВВ 1% вероятности плюс 0,5м укрепляется каменной наброской в три слоя толщиной до 1 м. Наброска камня должна выполняться по принципу обратного фильтра с устройством нижнего слоя из мелкого камня, а верхнего слоя – из крупного. Наброску из камня можно выравнивать и придавать ей надлежащий профиль только после ее осадки.

#### **2.5.10. Анодное заземление**

Анодное заземление (ПГА) выполнить поверхностным протяженным из электродов марки «ЭЛГАЗ» и «ЭЛГАЗ-К» ТУ 3435-006-57060080-2013.

					<i>Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода</i>	<i>Лист</i>
						86
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Подключение ПГА, для защиты основной и резервной ниток, выполнить через контрольно-измерительные пункты (КИП) с блоком совместной защиты.

Окончание электродов ПГА вывести кабелем в КИПы.

Укладка ПГА выполняется совмещенной прокладкой в общей траншее с подводным газопроводом.

Подготовительные работы по устройству анодного заземления должны быть выполнены в приведенной последовательности:

- а) разметка участка производства работ;
- б) выбор и обустройство места для хранения инструментов и материалов перед монтажом;
- в) доставка на участок строительно-монтажных работ землеройной техники, строительных машин и механизмов;
- г) подготовка участка для производства работ по устройству анодного заземления;
- д) доставка на участок строительно-монтажных работ инструмента, приспособлений и материалов.

При сооружении протяженного анодного заземления следует выполнить работы в такой последовательности:

- а) подготовка совмещенной траншеи к прокладке анодного заземлителя (устройство постели). При совмещенной прокладке кабеля с трубопроводом в общей траншее кабель подготавливают к укладке одновременно с окончанием укладки трубопровода;
- б) приемка барабанов с кабелем от заказчика на стройплощадке и их отбраковка;
- в) укладка заземлителя в траншею протаскиванием по дну лебедкой;
- г) засыпка траншеи грунтом.

Для предотвращения недопустимых растягивающих усилий в кабеле протаскивание его по грунту разрешается только вместе со стальным или капроновым чулком, к которому прикладывают тяговое усилие. Укладка

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

кабеля, имеющего соединительные муфты, способом протаскивания по дну не допускается.

При укладке кабеля в общей траншее с трубопроводом положение последнего обозначают буями. Передвижение плавучих средств осуществляют с учетом возможного сноса буйев от оси трубопровода течением или ветром. Величину сноса буйев определяют непосредственно перед укладкой. При прокладке кабеля через широкие реки плавучие средства можно ориентировать по створным знакам, которые устанавливают на берегах при разработке траншей.

Положение кабеля, уложенного в подводную траншею, проверяют водолазы.

## 2.6. Обоснование потребности строительства в кадрах и персонале, участвующего в строительстве

Потребность в кадрах строителей определена по выработке одного работающего, занятого на СМР и подсобных производствах с учётом нормативной трудоёмкости и очередности выполнения СМР, в том числе рабочие составляют 80,2%, ИТР – 13,2 %, служащие – 4,5 %, МОП и охрана – 2,1 % от общей потребности в кадрах строителей. Ниже в таблице 2.6-1 представлена потребность в кадрах строителей.

Таблица 2.6-1 – Общая численность работающего персонала

Максимальное количество работающих, чел.				
Всего	в том числе			
	рабочих 80,2 %	ИТР 13,2 %	Служащих 4,5 %	МОП и охрана 2,1 %
134	108	18	6	2

Общая численность работающего персонала рассчитана на весь период строительства



Потребность в кадрах строителей определена по физическим объемам работ, нормативной трудоемкости и продолжительности строительства.

Численность работающего персонала определена:

$P$  (чел.) = Трудоемкость (чел./час.): продолжительность строительства (дн.) x продолжительность смены (час.) x кол. смен.

$$244196,05 : (182 \times 10) \times 1 = 134 \text{ (чел.)}$$

## 2.7. Обоснование принятой продолжительности строительства

Нормативная расчетная продолжительность ремонта  $T_n$  определена по функциональной зависимости от сметной нормативной трудоемкости  $n$  по формуле (2):

$$T_n = n / (a \times b), \quad (9)$$

где  $n$  – сметная трудоемкость, чел/ч;

$a$  – количество рабочих, чел;

$b$  – продолжительность односменного рабочего дня, ч.

$$T_n = 244196,05 / (134 \times 10) = 182 \text{ дня (рабочих дней)}$$

Общая продолжительность с учетом работы 7-ти дневной рабочей недели составляет 182 дней (6 мес.).

Таблица 2.7-1– Техничко-экономические показатели

Наименование показателей	Показатели
Общая продолжительность строительства, мес./рабочие дни	6/182
Численность работающих, чел.	134
Трудоемкость, чел/час	244196,05
Режим работы принят односменный	10 часов

## 2.8. Расчетные характеристики материалов

Нормативные сопротивления растяжению (сжатию) металла труб и сварных соединений  $R_1^H$  и  $R_2^H$  следует принимать равными соответственно минимальным значениям временного сопротивления и

предела текучести, принимаемым по государственным стандартам и техническим условиям на трубы.

Расчеты выполнены в соответствии со [26].

Расчетные сопротивления растяжению (сжатию)  $R_1$  и  $R_2$  следует определять по формулам (10, 11):

$$R_1 = \frac{R_1'' m}{k_1 k_n} \quad (10)$$

$$R_2 = \frac{R_2'' m}{k_2 k_n} \quad (11)$$

,где  $m$  - коэффициент условий работы трубопровода, принимаемый по табл. 17;

$k_1, k_2$  - коэффициенты надежности по материалу, принимаемые соответственно по табл. 2.8.1 и 2.8.2;

$k_n$  - коэффициент надежности по назначению трубопровода, принимаемый по табл. 2.8.3.

Таблица 2.8-1 - Значение коэффициента надежности по материалу

Характеристика труб	Значение коэффициента надежности по материалу $k_1$
1. Сварные из малоуглеродистой и бейнитной стали контролируемой прокатки и термически упрочненные трубы, изготовленные двусторонней электродуговой сваркой под флюсом по сплошному технологическому шву, с минусовым допуском по толщине стенки не более 5 % и прошедшие 100 %-ный контроль на сплошность основного металла и сварных соединений неразрушающими методами	1,34
2. Сварные из нормализованной, термически упрочненной стали и стали контролируемой прокатки, изготовленные двусторонней электродуговой сваркой под флюсом по сплошному технологическому шву и прошедшие 100 %-ный контроль сварных соединений неразрушающими методами. Бесшовные из катаной или кованой заготовки, прошедшие 100 %-ный контроль неразрушающими методами	1,40

3. Сварные из нормализованной и горячекатаной низколегированной стали, изготовленные двусторонней электродуговой сваркой и прошедшие 100 %-ный контроль сварных соединений неразрушающими методами	1,47
4. Сварные из горячекатаной низколегированной или углеродистой стали, изготовленные двусторонней электродуговой сваркой или токами высокой частоты. Остальные бесшовные трубы	1,55
<b>Примечание.</b> Допускается применять коэффициенты 1,34 вместо 1,40; 1,4 вместо 1,47 и 1,47 вместо 1,55 для труб, изготовленных двуслойной сваркой под флюсом или электросваркой токами высокой частоты со стенками толщиной не более 12 мм при использовании специальной технологии производства, позволяющей получить качество труб, соответствующее данному коэффициенту $k_1$ .	

Таблица 2.8.2 - Значение коэффициента надежности по материалу

Характеристика труб	Значение коэффициента надежности по материалу $k_2$
Бесшовные из малоуглеродистых сталей	1,10
Прямошовные и спиральношовные сварные из малоуглеродистой стали и низколегированной стали с отношением $R_2^H / R_1^H \leq 0,8$	1,15
Сварные из высокопрочной стали с отношением $R_2^H / R_1^H > 0,8$	1,20

Таблица 2.8.3 - Значение коэффициента надежности по назначению трубопровода

Условный диаметр трубопровода, мм	Значение коэффициента надежности по назначению трубопровода $k_n$			
	для газопроводов в зависимости от внутреннего давления $p$			для нефтепроводов и нефтепродуктопроводов
	$p \leq 5,4$ МПа $p \leq 55$	$5,4 < p \leq 7,4$ МПа $55 < p \leq$	$7,4 < p \leq 9,8$ МПа $75 < p \leq$	

	кгс/см <sup>2</sup>	75 кгс/см <sup>2</sup>	100 кгс/см <sup>2</sup>	
500 и менее	1,00	1,00	1,00	1,00
600-1000	1,00	1,00	1,05	1,00
1200	1,05	1,05	1,10	1,05
1400	1,05	1,10	1,15	-

Таблица 2.8.4 - Коэффициент условий работы трубопровода

Категория трубопровода и его участка	Коэффициент условий работы трубопровода при расчете его на прочность, устойчивость и деформативность m	Количество монтажных сварных соединений, подлежащих контролю физическими методами, % от общего количества	Величина давления при испытании и продолжительность испытания трубопровода
В	0,60	Принимается	
I	0,75	по	
II	0,75	СНиП III-42-80*	
III	0,90		
IV	0,90		
<b>Примечание.</b> При испытании трубопровода для линейной его части допускается повышение давления до величины, вызывающей напряжение в металле трубы до предела текучести с учетом минусового допуска на толщину стенки.			

Принимаем для расчета следующие коэффициенты:

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- $k_1=1,34$  - коэффициент надежности по материалу принимаем по табл. 14;
- $k_2=1,15$  - коэффициент надежности по материалу, принимаемый по табл. 15;
- $k_n=1,15$  - коэффициент надежности по назначению трубопровода, принимаемый по табл. 16
- $n=1,10$  - коэффициент надежности по нагрузке - внутреннему рабочему давлению в трубопроводе, принимаемый по [26, табл.13];
- $m=0,6$  - коэффициент условий работы трубопровода принимаемый по табл 17.

Подставляя все наши значения в формулу (10, 11) получаем следующие значения сопротивления растяжения (сжатия) металла и сварных соединений:

$$R_1 = \frac{R_1^H m}{k_1 k_n} = \frac{590 \cdot 0,6}{1,34 \cdot 1,15} = 229,72 \text{ МПа}$$

$$R_2 = \frac{R_2^H m}{k_2 k_n} = \frac{480 \cdot 0,6}{1,34 \cdot 1,15} = 186,89 \text{ МПа}$$

Основные физические характеристики стали для труб следует принимать по таблице 2.8.5

Таблица 2.8.5 - Физическая характеристика и обозначение стали

Физическая характеристика и обозначение стали	Величина и размерность
Плотность $\rho$	7850 кг/м <sup>3</sup>
Модуль упругости $E_0$	206 000 МПа (2100 000 кгс/см <sup>2</sup> )
Коэффициент линейного расширения $\alpha$	0,000012 град <sup>-1</sup>
Коэффициент поперечной деформации Пуассона в стадии работы металла:	
упругой $\mu_0$	0,3
пластической $\mu$	По <a href="#">п. 8.25</a>
Предел прочности	590 МПа
Предел текучести	460 МПа
Коэффициент углерода	0,12
Относительное удлинение	20%

## 2.9. Нагрузки и воздействия

Расчетные нагрузки, воздействия и их сочетания должны приниматься в соответствии с требованиями [27].

При расчете трубопроводов следует учитывать нагрузки и воздействия, возникающие при их сооружении, испытании и эксплуатации. Коэффициенты надежности по нагрузке надлежит принимать по табл. 2.9.1

Таблица 2.9.1 – Коэффициент надежности по нагрузке

Характер нагрузки и воздействия	Нагрузка и воздействие	Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma$
Постоянные	Масса (собственный вес) трубопровода и устройств	1,10 (0,95)
	Воздействие предварительного напряжения трубопровода (упругий изгиб и др.)	1,00 (0,90)
	Давление (вес) грунта	1,20 (0,80)
	Гидростатическое давление воды	1,00
Временные длительные	Внутреннее давление для нефтепроводов и нефтепродуктопроводов диаметром 700-1200 мм с промежуточными НПО без подключения емкостей	1,15
	Масса продукта или воды	1,00 (0,95)
	Температурные воздействия	1,00
	Воздействия неравномерных деформаций грунта, не сопровождающиеся изменением его структуры	1,50
Кратковременные	Нагрузка, вызываемая морозным растрескиванием грунта	1,20
	Нагрузки и воздействия, возникающие при пропуске очистных устройств	1,20
	Нагрузки и воздействия, возникающие при испытании трубопроводов	1,00

## 2.10. Определение толщины стенки трубопровода

Расчеты выполнены в соответствии с [26].

При расчете учитывались:

- диаметр трубопровода – 1420 мм;
- толщина стенки трубопровода – 32 мм;
- наличие балластировки (заводское обетонирование);

- проектное рабочее давление – 9,8 МПа;

Расчетную толщину стенки трубопровода  $\delta$ , определим по формуле, мм:

$$\delta = \frac{npD_n}{2(R_1 + np)}, \quad (12)$$

где  $n$  - коэффициент надежности по нагрузке - внутреннему рабочему давлению в трубопроводе, принимаемый по табл. 2.9.1;

$p$  - рабочее (нормативное) давление, МПа;

$D_n$  - наружный диаметр трубы, см;

$R_1$  - обозначение то же, что в формуле 3;

Определим минимально необходимую толщину стенки трубопровода по формуле (5):

$$\delta = \frac{1,10 \cdot 9,8 \cdot 1420}{2(229,72 + 1,10 \cdot 9,8)} = 31,824.$$

Принимаем предварительное значение толщины стенки проектируемого трубопровода по сортаменту  $\delta_{ном} = 32$  мм.

Внутренний диаметр трубопровода

$$D_{вн} = D_n - 2\delta, \quad (13)$$

$$D_{вн} = D_n - 2\delta = 1420 - 2 \cdot 32 = 1356 \text{ мм.}$$

При наличии продольных осевых сжимающих напряжений толщину стенки следует определять из условия:

$$\delta = \frac{npD_n}{2(R_1\psi_1 + np)}, \quad (14)$$

где  $n$  - коэффициент надежности по нагрузке - внутреннему рабочему давлению в трубопроводе, принимаемый по табл. 2.9.1;

$p$  - рабочее (нормативное) давление, МПа;

$D_n$  - наружный диаметр трубы, м;

$\psi_1$  – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние труб, определяемый по формуле:

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \left( \frac{|\sigma_{np.N}|}{R_1} \right)^2} - 0,5 \frac{|\sigma_{np.N}|}{R_1}, \quad (15)$$

где  $\sigma_{np.N}$  – продольное осевое напряжение от расчетных нагрузок и воздействий, МПа.

Продольные осевые напряжения  $\sigma_{np.N}$  определяются от расчетных нагрузок и воздействий с учетом упругопластической работы металла.

В частности, для прямолинейных и упруго-изогнутых участков подземных трубопроводов при отсутствии продольных и поперечных перемещений, просадок и пучения грунта продольные осевые напряжения

определяются по формуле:

$$\sigma_{np.N} = -\alpha E \Delta t + \mu \frac{np D_{вн}}{2\delta_n}, \quad (16)$$

где  $\alpha$  – коэффициент линейного расширения металла трубы, табл. 18,  $\alpha = 0,000012 \text{ град}^{-1} = 1,212 \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}$ ;

$E$  – переменный параметр упругости (модуль Юнга),  $E = 206\ 000$  МПа ( $2100\ 000 \text{ кгс/см}^2$ );

$\Delta t$  – расчетный температурный перепад, принимаемый положительным при нагревании, °C;

$$\Delta t_1 = t_3 - t_m = 40^\circ \text{C}.$$

$n$  – коэффициент надежности по нагрузке – внутреннему рабочему давлению в трубопроводе, принимаемый по табл. 19,  $n = 1,10$ ;

$\mu$  – переменный коэффициент поперечной деформации стали (коэффициент Пуассона),  $\mu = 0,3$ .

Рассчитаем продольное осевое сжимающее напряжение:

$$\sigma_{np.N} = -1,212 \cdot 10^{-5} \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 40 + 0,3 \frac{1,10 \cdot 9,8 \cdot 1356}{2 \cdot 32} = -5,4431 \text{ МПа}.$$

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние труб

$$\psi_1 = \sqrt{1 - 0,75 \left( \frac{|-5,4431|}{229,72} \right)^2} - 0,5 \frac{|-5,4431|}{229,72} = 1,012$$

Тогда толщина стенки

$$\delta = \frac{1,1 \cdot 9,8 \cdot 1420}{2(229,72 \cdot 1,012 + 1,1 \cdot 9,8)} = 31,4639 \text{ мм}$$

Толщину стенки труб, определенную по формулам 13 и 14, следует принимать не менее  $\frac{1}{140} D_n$ , и не менее 4 мм — для труб условным диаметром свыше 200 мм.

$$\delta \geq \frac{D_n}{140};$$

$$16 \text{ мм} > \frac{1420}{140} = 10,14 \text{ мм}.$$

Следовательно, оба условия выполняются.

При этом толщина стенки должна удовлетворять условию, чтобы величина давления  $p_u$ , была бы не менее величины рабочего (нормативного) давления.

Каждая труба должна проходить на заводах-изготовителях испытания гидростатическим давлением  $p_u$  (МПа), в течение не менее 20 с, величина которого должна быть не ниже давления, вызывающего в стенках труб кольцевое напряжение, равное 95 % нормативного предела текучести.

При величине испытательного давления, на заводе-изготовителе менее требуемой должна быть гарантирована возможность доведения гидравлического испытания при строительстве до давления, вызывающего напряжение, равное 95 % нормативного предела текучести.

Величина  $p_u$  на заводе для всех типов труб должна определяться по величине нормативного предела текучести по формуле:

$$p_u = \frac{2 \delta_{\text{мин}} R}{D_{\text{вн}}}, \quad (17)$$

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где  $\delta_{\min}$  – минимальная толщина стенки, мм;

$R$  – расчетное значение напряжения, принимаемое равным 95 %  $R_{2H}$ , МПа;

$D_{вн}$  – внутренний диаметр трубы, мм.

Минимальную толщину стенки труб с наружным диаметром 1420 мм принимаем равной 31 мм.

$$p_u = \frac{2 \cdot 0,031 \cdot 0,95 \cdot 480}{1,356} = 20,849 \text{ МПа.}$$

Таким образом,  $p_u = 20,849 \text{ МПа} > p = 9,8 \text{ МПа}$  – условие выполняется.

## 2.11. Проверка прочности и устойчивости трубопровода

Проверка прочности подземных трубопроводов ведется согласно п. 8.23 СНиП 2.05.06-85\*.

Проверку на прочность подземных трубопроводов в продольном направлении производим из условия:

$$|\sigma_{пр.N}| \leq \psi_2 R_1, \quad (18)$$

где  $\sigma_{пр.N}$  – продольное осевое напряжение от расчетных нагрузок и воздействий, МПа;

$\psi_2$  – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб, при растягивающих осевых продольных напряжениях ( $\sigma_{пр.N} \geq 0$ ) принимаемый равным единице, при сжимающих ( $\sigma_{пр.N} < 0$ ) определяемый по формуле:

$$\psi_2 = \sqrt{1 - 0,75 \left( \frac{\sigma_{кц}}{R_1} \right)^2} - 0,5 \frac{\sigma_{кц}}{R_1}, \quad (19)$$

где  $R_1$  – расчетное сопротивление растяжению, МПа;

$\sigma_{кц}$  – кольцевые напряжения от расчетного внутреннего давления, МПа, определяемые по формуле:

$$\sigma_{кц} = \frac{p D_{вн}}{2 \delta_n}, \quad (20)$$

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где  $n$  – коэффициент надежности по нагрузке – внутреннему рабочему давлению в трубопроводе, принимаемый по табл. 19,  $n = 1,10$ ;

$\delta_n$  – номинальная толщина стенки трубы, м.

Продольные осевые напряжения определяются по формуле (16):

$$\sigma_{np.N} = -5.4431 \text{ МПа}.$$

Так как продольные осевые напряжения сжимающие ( $\sigma_{np.N} < 0$ ), то коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб, определим, используя формулу (13).

$$\sigma_{\kappa\iota} = \frac{1,10 \cdot 9,8 \cdot 1356}{2 \cdot 32} = 228,401 \text{ МПа};$$

$$\psi_2 = \sqrt{1 - 0,75 \left( \frac{228,401}{229,72} \right)^2} - 0,5 \frac{228,401}{229,72} = 1,005.$$

Получили  $|-5,4431| \text{ МПа} < 1,005 \cdot 229,72 = 23,1017 \text{ МПа}$ .

Таким образом, условие прочности выполняется.

## 2.12. Проверка на предотвращение недопустимых пластических деформаций подземного трубопровода.

Расчет трубопровода на пластические деформации ведется по методике, отраженной в [26 п. 8.26].

Для предотвращения недопустимых пластических деформаций подземных и наземных (в насыпи) трубопроводов проверку необходимо производить по двум условиям:

$$|\sigma_{np}^H| \leq \psi_3 \frac{m}{0,9k_H} R_H^2, \quad (21)$$

$$\sigma_{\kappa\iota}^H \leq \frac{m}{0,9k_H} R_H^2, \quad (22)$$

где  $\sigma_{np}^H$  – максимальные (фибровые) суммарные продольные напряжения в трубопроводе от нормативных нагрузок и воздействий, МПа;

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$\psi_3$  – коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб; при растягивающих продольных напряжениях ( $\sigma_{пр}^H > 0$ ) принимаемый равным единице, при сжимающих ( $\sigma_{пр}^H < 0$ ) – определяемый по формуле:

$$\psi_3 = \sqrt{1 - 0,75 \left( \frac{\sigma_{кц}^H}{\frac{m}{0,9k_H} R_2^H} \right)^2} - 0,5 \frac{\sigma_{кц}^H}{\frac{m}{0,9k_H} R_2^H}, \quad (23)$$

где  $\sigma_{кц}^H$  – кольцевые напряжения от нормативного (рабочего) давления, МПа, определяемые по формуле:

$$\sigma_{кц}^H = \frac{pD_{вн}}{2\delta_H}, \quad (24)$$

Значение продольного напряжения от нормативных нагрузок и воздействий:

$$\sigma_{пр}^H = \mu \sigma_{кц}^H - \alpha E \Delta t \pm \frac{ED_H}{2\rho}, \quad (25)$$

где  $\rho$  – минимальный радиус упругого изгиба оси трубопровода, м.

Определим кольцевые напряжения от нормативного (рабочего) давления:

$$\sigma_{кц}^H = \frac{9,8 \cdot 1356}{2 \cdot 32} = 207,64 \text{ МПа.}$$

Положительное значение продольного напряжения от нормативных нагрузок и воздействий:

$$\sigma_{пр(+)}^H = 0,3 \cdot 207,64 - 1,212 \cdot 10^{-5} \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 40 + \frac{2,06 \cdot 10^5 \cdot 1,420}{2 \cdot 1400} = 66,412 \text{ МПа.}$$

Отрицательное значение продольного напряжения от нормативных нагрузок и воздействий (при замыкании трубопровода в холодное время):

$$\sigma_{пр(-)}^H = 0,3 \cdot 207,64 - 1,212 \cdot 10^{-5} \cdot 2,06 \cdot 10^5 \cdot 40 - \frac{2,06 \cdot 10^5 \cdot 1,420}{2 \cdot 1400} = -139,59 \text{ МПа.}$$

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Принимаем в дальнейшем расчете большее по модулю значение  $\sigma_{np(-)}^H = -102,0177 \text{ МПа}$ .

Так как принятое значение  $\sigma < 0$ , то рассчитаем значение коэффициента  $\psi_3$  по формуле (16).

Коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла труб:

$$\psi_3 = \sqrt{1 - 0,75 \left( \frac{207,64}{\frac{0,6}{0,9 \cdot 1,15} \cdot 480} \right)^2} - 0,5 \frac{207,64}{\frac{0,6}{0,9 \cdot 1,15} \cdot 480} = 0,62.$$

Для предотвращения недопустимых пластических деформаций (в насыпи) трубопроводов производим проверку по условиям:

$$\psi_3 \frac{m}{0,9k_n} R_n^2 = 0,62 \frac{0,6}{0,9 \cdot 1,15} 480 = 172,52 \text{ МПа};$$

$$|-139,59| < 172,52 \text{ МПа};$$

$$\frac{m}{0,9k_n} R_2^H = \frac{0,6}{0,9 \cdot 1,15} 480 = 278,26 \text{ МПа}.$$

$$207,64 \text{ МПа} < 278,26 \text{ МПа}$$

Условия проверки на недопустимые пластические деформации выполняются.

### 2.13. Проверка устойчивости трубопровода против всплытия

Устойчивость положения участка трубопровода против всплытия следует проверять по условию  $Q_{\text{акт}} \leq Q_{\text{пас}}$ , (26)

где  $Q_{\text{акт}}$  – суммарная расчетная нагрузка на участок трубопровода, действующая вверх;  $Q_{\text{пас}}$  – суммарная расчетная нагрузка, действующая вниз.

При укладке трубопровода свободным изгибом и равномерной балластировке по длине величина нормативной интенсивности балластировки – вес в воде, не учитывающее гидродинамического воздействия потока жидкости, Н/м, – определяется из условия:

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$q_{бал\ в}^n = \frac{1}{n_{\bar{o}}} \cdot (k_{нв} \cdot q_{в} + q_{изг} - q_{тр} - q_{доп}), \quad (27)$$

где  $n_{\bar{o}}$  – коэффициент надежности по нагрузке принимаемый равным 0,9 для железобетонных пригрузов;

$k_{нв}$  – коэффициент надежности устойчивости положения трубопровода против всплытия, принимаемый равным 1,15;

$q_{в}$  – расчетная выталкивающая сила воды, действующая на трубопровод;

$q_{изг}$  – расчетная интенсивность нагрузки от упругого отпора при свободном изгибе трубопровода;

$q_{тр}$  – расчетная нагрузка от единицы массы трубы;

$q_{доп}$  – расчетная нагрузка от веса продукта в 1 м трубопровода.

Определяем расчетную выталкивающую силу воды, действующую на трубопровод, по следующей формуле:

$$q_{в} = \frac{\pi \cdot D_{ни}^2}{4} \rho_{в} \cdot g, \quad (28)$$

где  $D_{ни}$  – наружный диаметр трубопровода с учетом изоляции и футеровки;

$\rho_{в}$  – плотность воды, равная 1025 кг/м<sup>3</sup>.

На подводном переходе применяется труба с заводским трехслойным полимерным покрытием 4 типа толщиной  $\delta_{из}$  = 3,5 мм. Толщину футеровки принимаем равной  $\delta_{фут}$  = 0 мм. Тогда наружный диаметр забалластированного трубопровода равен:

$$D_{нб} = D_{н} + 2 \cdot \delta_{из} + 2 \cdot \delta_{фут} = 1420 + 2 \cdot 3,5 = 1427 \text{ мм},$$

тогда расчетная выталкивающая сила воды, действующая на трубопровод, будет равна:

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						102
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$q_B = \frac{\pi \cdot D_{\text{нб}}^2}{4} \rho_B \cdot g = \frac{3,14159 \cdot 1,427^2}{4} \cdot 1025 \cdot 9,81 = 16081,64 \text{ Н/м.}$$

Определяем расчетную нагрузку от собственного веса трубопровода по формуле

$$q_{\text{мр}} = n_{\text{св}} \cdot (q_{\text{м}}^{\text{н}} + q_{\text{фут}}^{\text{н}} + q_{\text{из}}^{\text{н}}), \quad (29)$$

где  $n_{\text{св}}$  – коэффициент надежности по нагрузке от действия собственного веса,  $n_{\text{св}}=0,95$ ;

$q_{\text{м}}^{\text{н}}$  – нормативная нагрузка от собственного веса металла трубы;

$q_{\text{фут}}^{\text{н}}$  – нормативная нагрузка от собственного веса футеровки;

$q_{\text{из}}^{\text{н}}$  – нормативная нагрузка от собственного веса изоляции трубы.

Определяем нормативную нагрузку от собственного веса металла трубы по формуле:

$$q_{\text{м}}^{\text{н}} = \gamma_{\text{м}} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_{\text{н}}^2 - D_{\text{вн}}^2), \quad (30)$$

где  $\gamma_{\text{м}}$  – удельный вес металла трубы,  $\gamma_{\text{м}}=78500 \text{ Н/м}^3$ .

Тогда нормативная нагрузка от собственного веса металла трубы будет равна:

$$q_{\text{м}}^{\text{н}} = 78500 \cdot \frac{3,14159}{4} (1,420^2 - 1,356^2) = 10953,64 \text{ Н/м.}$$

Определяем нормативную нагрузку от собственного веса изоляции по формуле

$$q_{\text{из}}^{\text{н}} = \rho_{\text{из}} \cdot g \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_{\text{ни}}^2 - D_{\text{н}}^2), \quad (31)$$

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где  $\rho_{из}$  – плотность изоляционного материала,  $\rho_{из}=950$  кг/м<sup>3</sup>, для полиэтиленовой изоляции высокой плотности.

Тогда нормативная нагрузка от собственного веса изоляции будет равна:

$$q_{из}^H = 950 \cdot 9,81 \cdot \frac{3,14159}{4} (1,427^2 - 1,420^2) = 145,87 \text{ Н/м.}$$

Расчетную нагрузку от веса футеровки принимаем равной 0, так как применена труба с заводским сплошным балластным покрытием (обетонированием) без футеровки.

Тогда расчетная нагрузка от собственного веса трубопровода будет равна:

$$q_{тр} = n_{св} \cdot (q_M^H + q_{из}^H + q_{фут}^H) = 0,95 \cdot (10953,64 + 145,87) = 10544,53 \text{ Н/м.}$$

Определяем расчетную интенсивность нагрузки от упругого отпора при свободном изгибе трубопровода, для вогнутых кривых, по формуле

$$q_{изг} = \frac{32E_0I}{9\beta^2\rho^3}, \quad (32)$$

где  $I$  – момент инерции сечения трубопровода на рассматриваемом участке, определяется по формуле

$$I = \frac{\pi}{64} (D_H^4 - D_{вн}^4) = \frac{3,14159}{64} (1,420^4 - 1,356^4) = 336,21 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4. \quad (33)$$

$\beta$  – угол поворота оси трубопровода, рад,  $\beta = 9^\circ 38' = 0,168$  рад.;

$\rho$  – минимальный радиус упругого изгиба оси трубопровода,  $\rho = 1400$  м.

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						104
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Тогда расчетная интенсивность нагрузки от упругого отпора при свободном изгибе трубопровода равна:

$$q_{изг} = \frac{32 \cdot 2,06 \cdot 10^{11} \cdot 336,21 \cdot 10^{-4}}{9 \cdot 0,168^2 \cdot 1400^3} = 317,97 \text{ Н/м.}$$

Расчетную нагрузку от веса перекачиваемого продукта  $q_{доп}$  принимаем равной 0, так как рассчитывается наихудший случай – газопровод без продукта.

Тогда величина нормативной интенсивности балластировки трубопровода в воде будет равна:

$$q_{бал в}^H = \frac{1}{n_6} \cdot (k_{нв} \cdot q_в + q_{изг} - q_{тр} - q_{доп}) =$$

$$= \frac{1}{0,9} \cdot (1,15 \cdot 16081,64 + 317,97 - 10544,53 - 0) = 9185,92 \text{ Н/м.}$$

Таким образом, мы определили суммарную расчетную нагрузку на участок трубопровода, действующую вверх с учетом коэффициента надежности устойчивости положения трубопровода против всплытия  $k_{нв}$ .

Суммарная расчетная нагрузка, действующая вниз  $Q_{пас}$ , согласно методу предельных состояний, включает в себя случайную силу, создаваемую балластирующим устройством  $F_y$  и два коэффициента: коэффициент условий работы балластирующего устройства ( $m \leq 1$ ) и коэффициент надежности данного устройства ( $K \geq 1$ ).

Используем выражение для определения минимальной толщины слоя бетона  $h_6$  при сплошном обетонировании трубопровода:

$$h_6 \geq \left\{ \frac{4 \cdot K_6 \cdot (k_{нв} \cdot q_в + q_{изг} - q_{тр} - q_{доп})}{[\pi \cdot m_6 \cdot g \cdot (\rho_6 - \rho_w)] + D_{ни}^2} \right\}^{\frac{1}{2}} - D_{ни} =$$

$$= \left\{ \frac{4 \cdot 0,9 \cdot (1,15 \cdot 16081,64 + 317,97 - 10544,53 - 0)}{[3,14159 \cdot 1 \cdot 9,81 \cdot (3200 - 1025)] + 1,427^2} \right\}^{\frac{1}{2}} - 1,427 =$$

$$= 0,098 \text{ м}$$

					Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода	Лист
						105
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для обеспечения устойчивости положения трубопровода против всплытия на пересечении с рекой применена труба со сплошным балластным покрытием (обетонированием) в соответствии с ТУ 1394-035-04005951-2008. Защитное бетонное покрытие предусмотрено толщиной 105 мм с расчетной плотностью бетона 3200 кг/м<sup>3</sup>. Стальная труба под бетонным покрытием покрывается заводским трехслойным полиэтиленовым покрытием толщиной не менее 3,5 мм. Сварной шов труб после сварки и неразрушающего контроля заделывается специальными бетонными полукольцами длиной 800 мм. Конструкция обетонированного покрытия обеспечивает коэффициент отрицательной плавучести не менее 1.15.

					<i>Обоснование технических решений и инженерные расчеты устройства подводного перехода газопровода</i>	<i>Лист</i>
						106
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

# ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б5А	Кокорину Игорю Юрьевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

## Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Расчет капитальных вложений, стоимость материалов, амортизация основного и вспомогательного оборудования, оплата труда рабочих.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Сводная сметная стоимость затрат на строительство
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	Ставка налога на прибыль 20 %, отчисления в пенсионный фонд РФ 22 %, отчисления в фонд социального страхования 2,9 % отчисления в федеральный фонд обязательного медицинско- го страхования 5,1 %.

## Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	Расчет капитальных вложений
2. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	Обоснование экономической выгоды за счет внедрения проекта
3. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	Расчет экономической эффективности
4. Оценка ресурсосбережения	Расчет ресурсосбережения

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	К.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б5А	Кокорин Игорь Юрьевич		

### 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

#### 3.1. РАСЧЕТ ЗАТРАТ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОДВОДНОГО ПЕРЕХОДА

Рассчитаем и проанализируем затраты при производстве работ при строительстве подводного перехода через реку методом протаскивания.

Состав затрат в соответствии с их экономическим содержанием формируется по следующим элементам:

1. Материальные расходы.
2. Затраты на оплату труда.
3. Выплаты на социальные нужды.
4. Амортизационные отчисления.
5. Прочие расходы.

К материальным расходам относятся затраты на приобретение:

а) сырья, основных и вспомогательных материалов, используемых в производственном процессе;

б) запасных частей, комплектующих изделий, тары и др.;

в) топлива, воды и энергии всех видов, используемых на производственные нужды и отопление;

г) работ и услуг производственного характера, выполняемых сторонними организациями или индивидуальными предпринимателями, а также собственными структурными подразделениями предприятия (организации) (транспортные услуги, контроль за соблюдением технологического процесса, техобслуживание основных фондов, средств связи, компьютерной техники и др.);

					Сооружение подводного перехода газопровода через р. Лена при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Кокорин И.Ю.			Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение		Лит.	Лист
Руковод.		Сарцев А.Л.						Листов
Консульт.								108
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						144
					ТПУ зр.3-255А			

д) на содержание и эксплуатацию природоохранных сооружений.

1. Подсчитаем затраты на закупку основных МТР используемых при строительстве

Таблица 20 - Спецификация и стоимость основных материалов

Наименование	Количество	Цена за ед.	Итого, руб
Труба электросварная 1420х32 мм, м	3 480	11 6961	407 024 280
Днище 1420х32, шт	26	215 067	5 591 745
Манжета ТЕРМА-СТМП Ø1420, компл.	322	1 579	508 495
Гравийно-галечниковый грунт	69970	1710	119 659 196
Щебень из природного камня фр. свыше 70 мм, м3	11648	1710	19 918 080
ИТОГО			552 701 796

Итого сумма затрат на приобретение основных материалов для строительства составит 552 701 796 руб.

Подсчитаем затраты на оплату за выполнение услуг и работ сторонним организациям

Таблица 21 – Подрядные организации и стоимость их услуг

№ п/п	Вид деятельности	Наименование	Сумма к оплате за период строительства, руб.
1	Ремонт и содержание спец. техники	---	20 000 000
2	Обеспечение связью	---	5 500 000
ИТОГО			25 500 000

Итого сумма затрат на оплату подрядным организациям составила 25 500 000 руб.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						109
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 22 – Оплата на расходные и комплектующие части и спецжидкости

Наименование	Количество	Цена за ед	Итого, руб
Тосол, л	5000	100	500000
Комплекты инструмента для ремонта, шт.	50	5000	250000
Пиломатериалы, м3	237	8762	2076594
Масло для техники, л	3000	550	1650000
ИТОГО			4 476 594

Итого сумма затрат на оплату расходных и комплектующих частей составила 4 476 594 руб.

По всем учтенным позициям материальные расходы на сооружение подводного перехода через реку составили 582 678 390 руб.

2. Расходы на оплату труда - отражают затраты на оплату труда основного производственного персонала предприятия, включая премии рабочим и служащим за производственные результаты, стимулирующие и компенсирующие выплаты, в том числе компенсации по оплате труда в связи с повышением цен и индексацией доходов в пределах норм, предусмотренных законодательством, компенсации, выплачиваемые в установленных законодательством размерах женщинам, находящимся в частично оплачиваемом отпуске по уходу за ребенком до достижения им определенного законодательством возраста, а также затраты на оплату труда не состоящих в штате предприятия работников, занятых в основной деятельности.

К расходам на оплату труда относятся:

Суммы, начисленные по тарифным ставкам, должностным окладам, сдельным расценкам или в процентах от выручки от реализации продукции (работ, услуг) в соответствии с принятыми на предприятии (организации) формами и системами оплаты труда.

Премии за производственные результаты, надбавки к тарифным ставкам и окладам за профессиональное мастерство и др.

Начисления стимулирующего или компенсирующего характера – надбавки за работу в ночное время, в многосменном режиме, совмещение профессий, работу в выходные и праздничные дни и др.

Надбавки по районным коэффициентам, за работу в районах крайнего Севера и др.

Суммы платежей (взносов) работодателей по договорам обязательного и добровольного страхования.

В нашем случае работы производятся вахтовым методом, со сменным графиком работы. Вахта длится 30 дней без учета времени в пути.

Таблица 23 – Общая численность рабочих находящихся на вахте

Максимальное количество работающих, чел.				
Всего	в том числе			
	рабочих 80,2 %	ИТР 13,2 %	Служащих 4,5 %	МОП и охрана 2,1 %
134	108	18	6	2

Продолжительность строительства составляет 6 месяца.

Таблица 24 – Расчет заработной платы

Должность	Количество, чел.	Оклад	Заработная плата за месяц одного рабочего с учетом надбавок, руб.	Итого заработанная плата за весь период строительства
Начальник участка	2	120 000	156 000	1 872 000
Мастер	8	70 000	91 000	4 368 000
Инженер	8	80 000	104 000	4 992 000
Машинисты	40	65 000	84 500	20 280 000
Водители	30	60 000	76 500	13 770 000
Сварщики	16	80 000	104 000	9 984 000
Монтажники	12	75 000	97 500	7 020 000
Служащие	6	65 000	84 500	3 042 000
Стропальщики	10	55 000	71 500	4 290 000

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						111
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Охранник	2	35 000	45 500	546 000
ИТОГО (ФОТ)				70 164 000

Итого сумма на оплату труда задействовано на строительстве персонала составила 70 164 000 руб.

### 3. Выплаты на социальные нужды (СВ)

Так же подсчитаем величину отчислений, которая приходится на социальные нужды, составляющая 30% от ФОТ:

$$B_{CB} = \frac{30 \cdot B_{\text{ФОТ}}}{100}, \quad (22)$$

где  $B_{CB}$  – величина страховых взносов;

$B_{\text{ФОТ}}$  – величина фонда оплаты труда за весь период реконструкции.

$$B_{CB} = \frac{30 \cdot 70164000}{100} = 2104920 \text{ руб.}$$

Расчеты показывают, что сумма отчисления на социальные нужды составит 2 104 920 руб.

4. Сумма амортизационных отчислений определяется исходя из балансовой стоимости основных производственных фондов и нематериальных активов и утвержденных в установленном порядке норм амортизации, учитывая ускоренную амортизацию их активной части.

Расчет амортизационных отчислений можно свести в таблицу 18.

Линейный способ начисления амортизации.

В соответствии с классификацией основных средств, включаемых в амортизационные группы, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 01 января 2002 года № 1, объекты указанные в таблице относятся к третьей амортизационной группе со сроком использования свыше 3-х лет до 5-ти лет включительно. Срок полезного использования установлен 5 лет.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						112
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Годовая норма амортизации принята 20% (100%/5 лет).

Таблица 25 – Расчет амортизации технических средств

№ № пп	наименование	марка	Ко л.	Цена за ед., руб	срок эксплуатации, лет	годовая норма амортизации, %	Ежемесячная сумма амортизационных отчислений, руб	Сумма амортизационных отчислений на всем сроке строительства, руб
1	Экскаватор	Hitachi	6	10 050 000	5	20	1 005 000	6 030 000
2	Бульдозер	D65	2	6 507 000	5	20	216 900	1 301 400
3	Кран автомобильный	г/п 25 т	1	10 400 000	5	20	173 333	1 040 000
4	Автосамосвал	Камаз 53652	6	1 000 000	5	20	100 000	600 000
5	Кран трубоукладчик	D355C-3	9	18 000 000	5	20	2 700 000	16 200 000
6	Вахтовый автобус	УРАЛ 32551	3	2 310 000	5	20	115 500	693 000
7	Автофургон	УАЗ 39094	1	487 000	5	20	8 116	48 700
8	Автомасляная	ПАРМ 4768	1	3 124 345	5	20	52 072	312 434
9	Топливозаправщик	УРАЛ 5668	2	2 240 000	5	20	74 666	448 000
итого			31	54 118 345			4 445 589	26 673 534

Итого амортизация на всем сроке строительства составит: 26 673 534 руб.

5. В состав прочих затрат включаются:

– налоги, сборы, отчисления в социальные внебюджетные фонды в порядке, установленном законодательством (земельный налог, экономические платежи, плата за недра и др.);

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						113
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- платежи по обязательному и добровольному страхованию имущества, учитываемого в составе ОПФ;
- расходы по обслуживанию объектов жилищной и коммунальной сферы (общежития и др.);
- оплата услуг связи, сторожевой и пожарной охраны, авиационных услуг и др.;
- затраты на гарантийный ремонт и обслуживание;
- командировочные расходы;
- расходы по подготовке и переподготовке кадров и др.;

Прочие затраты составляют 10% от ФОТ.

Кроме перечисленных затрат в составе затрат на проведение мероприятий при строительстве подводного перехода учитываются накладные расходы, связанные с организацией, управлением и обслуживанием производства.

Накладные затраты составляют 40% от основных.

На основании вышеперечисленных расчетов затрат определяется общая сумма затрат на проведение работ по строительству подводного перехода газопровода через реку таблица 26.

Таблица 26 – Затраты на проведение работ по строительству подводного перехода через реку

Состав затрат	Сумма затрат, руб.	Структурная форма, %
1. Материальные затраты	582 678 390	66,5
2. Затраты на оплату труда	70 164 000	8,0
3. Отчисления на социальные нужды	2 104 920	0,2
4. Амортизационные отчисления	26 673 534	3,0
5. Прочие затраты	7 016 400	0,8
Итого основные расходы	625 489 644	71,4
Накладные расходы	250 195 857	28,6
Всего затраты на мероприятие	875 685 501	100

В результате подсчетов и анализа полученных данных по строительству подводного перехода через реку можно сделать следующие выводы:

- Основная часть денежных средств 66,5 % расходуется на покупку материалов, объект является очень материалоемким;
- Объект является не особо трудозатратным, доля выплат составляет 8,0 % от общих затрат.

Затраты на выполнение работ по объекту составляют 875 685 501 руб., что является довольно крупной суммой денежных средств. К работам на данном участке, преимущественно, должны допускаться организации с достаточно большими финансовыми возможностями с целью уменьшения рисков срыва работ и обеспечением нормальной финансовой деятельности.

					Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лист
						115
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-2Б5А	Кокорину Игорю Юрьевичу

Инженерная школа	Природных ресурсов	Отделение	Нефтегазового дела
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	21.03.01 «Нефтегазовое дело» профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки»

### Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования и области его применения:

Наименование объекта – подводный переход газопровода через р. Лена при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири»  
Назначение объекта - направлен на развитие в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке единой газотранспортной системы, ориентированной на местного потребителя. При строительстве перехода могут иметь место вредные и опасные проявления факторов производственной среды для человека. Оказывается негативное воздействие на природу (атмосферу, гидросферу, литосферу) Возможно возникновение чрезвычайных ситуаций техногенного, стихийного, экологического и социального характера

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Вредные факторы  
1. Превышение уровня шума  
2. Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны  
3. Отклонение показателей климата на открытом воздухе  
4. Повреждение в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися  
5. Недостаточная освещенность рабочей зоны

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Опасные факторы  
1. Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)  
2. Электрическая дуга и искры при сварке  
3. Взрывоопасность и пожароопасность  
4. Электрический ток

3. Экологическая безопасность:

При строительстве ПП воздействия оказывают как производственные процессы, так и объекты постоянного и временного назначения. Строительство газопровода сопровождается:  
- загрязнением атмосферного воздуха;  
- нарушением гидрогеологического режима;  
- загрязнением поверхностных водных источников и подземных вод;  
- повреждением почвенно-растительного покрова;

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Методы и средства защиты работающих от производственных факторов. Правила работы, исключающие возможность взрывов, пожаров, ожогов и отравлений.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	СП 86.13330.2014. «Свод правил. Магистральные трубопроводы.». ГОСТ 12.0.003-74* «Опасные и вредные факторы». ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ «Электробезопасность» ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность». ГОСТ 12.2.016.1-91 - 12.2.016.5-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование компрессорное. Общие требования Безопасности

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сечин А.А.	К.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-2Б5А	Кокорин Игорь Юрьевич		

## 4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

### 4.1. Социальная ответственность

Территориально участок производства работ устройства подводного перехода магистрального газопровода через реку методом протаскивания расположен в Дальневосточном федеральном округе России, Республика Саха (Якутия). Работы выполняются на открытом воздухе, вдоль оси строительства перехода и на монтажных площадках.

При производстве основных видов работ используется специальная техника и оборудование (бульдозера, экскаваторы, сварочное оборудование и т.д.) без которых не возможно выполнение технологических операций, в результате чего на участке строительства (рабочем месте) возникают вибрации и шумы, при работе ДВС выделяются вредные и загрязняющие вещества влияющие на деятельность человека и окружающей среды.

Так же следует учитывать климатическую и природную особенность района строительства, а именно преобладание гнуса летом, суровые температурные условия в зимнее время года.

При строительстве подводного перехода методом протаскивания, следует учитывать и опасные факторы деятельности. Например таких как получения механических травм, в результате выполнения погрузочно-разгрузочных, основных работ.

При производстве сварочных работ необходимо соблюдать все требования по безопасной эксплуатации оборудования и выполнению работ, так как существует риск электрического воздействия в виду не соблюдения требований безопасности.

-

					Сооружение подводного перехода газопровода через р. Лена при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири»				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.		Кокорин И.Ю.			Социальная ответственность	Лит.	Лист	Листов	
Руковод.		Сарцев А.Л.					118	144	
Консульт.						ТПУ гр.3-2Б5А			
Рук-ль ООП		Брцсник О.В.							

При строительстве подводного перехода негативное влияние оказывается и на окружающую среду.

В результате производства земляных работ происходит нарушение структуры плодородных почв, после их перемещения.

Так же при основных строительно-монтажных работах в результате использования технических ресурсов происходит загрязнение почв, в следствии попадания на них топлива и спец.жидкостей, загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных вод.

#### **4.2 .Анализ выявленных вредных факторов**

Вредными производственными факторами называются факторы, отрицательно влияющие на работоспособность или вызывающие профессиональные заболевания и другие неблагоприятные последствия. ГОСТ 12.0.003-74.

##### **1. Превышение уровня шума.**

Источниками шума в полевых условиях являются звуки, вызванные в результате производственной деятельности объектов (при ведении сварочных работ источниками шума являются пневмоприводы, вентиляторы, плазмотроны, источники питания и др.), установка наклонно-направленного бурения, используемого транспорта. Действие шума на человека определяется влиянием на слуховой аппарат и многие другие органы и системы организма, в том числе и нервную систему.

Громкость ниже 80 дБ обычно не влияет на органы слуха.

Длительное действие шума > 85 дБ в соответствии с нормативными документами и ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ. Приводит к постоянному повышению порога слуха, к повышению кровяного давления.

Средства коллективной защиты разрабатываются согласно СНиП П-12-77:

- снижение шума в источнике (применение звукоизолирующих средств):

					Социальная ответственность	Лист
						119
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- глушители.

Средства индивидуальной защиты:

- ушные вкладыши;
- противошумный шлем;
- наушники.

## 2. Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны

При строительстве газопровода через водную преграду основным опасным производственным фактором является: химический (испарение, утечка, вредных веществ при выбросе газа, выхлопные газы автомобильной техники).

При производстве таких видов работ, имеют место случаи получения тяжелых травм. Как правило, это связано с несоблюдением правил техники безопасности рабочих при производстве работ.

Таблица 5.2-1 – Токсичные и пожароопасные свойства применяемых веществ

Характеристика	Наименование вещества
	Газ(метан)
Плотность по воздуху	0,5543
Предельно-допустимая концентрация, мг/м <sup>3</sup> в рабочей зоне	300
Класс опасности	4
Действие на организм	В больших концентрациях обладает наркотическим действием
Температура вспышки, °С	60
Температура самовоспламенения, °С	537
Концентрационные пределы воспламенения	5-15
Категория и группа взрывоопасной смеси	11А, Т2

В качестве коллективного средства защиты используются вентиляционные установки.

В качестве индивидуальных средств защиты применяют респираторы и марлевые повязки.

Перед началом работ в приемке переносным газоанализатором АНТ–2М проверяется уровень загазованности воздушной среды.

					Социальная ответственность	Лист
						120
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



### **3. Отклонение показателей климата на открытом воздухе**

Микроклимат представляет комплекс физических параметров воздуха, влияющих на тепловое состояние организма. К ним относят температуру, влажность, скорость движения воздуха, интенсивность радиационного излучения солнца, величину атмосферного давления. Так как рассмотренное выше строительство газопровода запланирован в зимний период, то возможны перегревания организма. Повышенная температура воздуха рабочей среды характерна также для выполнения сварочных работ.

Профилактика перегревания осуществляется организацией рационального режима труда и отдыха путем сокращения рабочего времени для введения перерывов для отдыха в зонах с нормальным микроклиматом.

### **4. Повреждение в результате контакта с животными, насекомыми, пресмыкающимися**

В летний и осенний период особенно тягостны для человека летающие кровососущие насекомые. Они забираются под одежду, в нос, уши, наносят укусы, также многие насекомые переносят различные вирусы и бактерии.

Для борьбы с кровососущими насекомыми необходимо носить специальную одежду (энцефалитный костюм), а также использовать различные аэрозоли, спреи и мази от насекомых.

### **5. Недостаточная освещенность рабочей зоны**

Неправильно спроектированное и выбранное производственное освещение способствует понижению производительности труда, оказывает отрицательное психологическое воздействие на рабочих, понижает безопасность труда, повышает утомляемость и травматизм на производстве. Неправильно выбранное освещение – это плохое освещение опасных зон, слепящее действие ламп и блики от них, резкие тени. Неправильная эксплуатация осветительных установок, а также ошибки,

					Социальная ответственность	Лист
						121
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

допущенные при их проектировании и установке в пожаро- и взрывоопасных целях, могут привести к взрыву, пожару и несчастным случаям.

Рабочие места, объекты, подходы и проезды к ним в темное время суток освещаются. Наружное охранное освещение обеспечивает освещенность на уровне земли 0,5 лк и более. Для местного освещения при ремонтах и осмотрах во взрывопожароопасных помещениях и наружных установках применяются светильники напряжением не выше 12 В во взрывозащищенном исполнении.

Для освещения подъездных дорог установлены прожекторные мачты с прожекторами. Светотехнический расчет выполнен по удельным нормам освещенности полезной площади и в соответствии со СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».

#### **4.3. Анализ выявленных опасных факторов**

Опасными производственными факторами называются факторы, способные при определенных условиях вызывать острое нарушение здоровья и гибель человека .

##### **1. Движущиеся машины и механизмы**

В полевых условиях при строительстве трубопровода возможность получения механических травм при работе машин и механизмов (экскаваторов, бульдозеров, автокранов) очень высока. Повреждения могут быть разной тяжести вплоть до летального исхода. Для предотвращения повреждений необходимо строго соблюдать технику безопасности.

Мероприятия по обеспечению охраны труда, техники безопасности при проведении подготовительных и основных работ

До начала работ.

1) До начала работ, оформить наряды–допуска на проведение газоопасных, огневых работ и работ повышенной опасности.

					Социальная ответственность	Лист
						122
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2) Провести внеочередной инструктаж всем членам бригады по безопасным методам и приёмам ведения газоопасных, огневых работ и работ повышенной опасности, а также по правилам поведения во взрыво- и пожароопасной обстановке и других опасных условиях и обстоятельствах с росписью в Журнале инструктажей на рабочем месте и наряде-допуске. Ознакомить всех руководителей, специалистов, механизаторов и бригадиров с данным Планом производства работ до начала работ, выборочно опросить персонал по усвоению требований безопасности отраженных в разделе;

3) До начала работ установить наличие и обозначить знаками расположение всех коммуникаций в радиусе проведения работ;

4) После доставки и расстановки всё электрооборудование, жилые вагоны, электрические аппараты следует заземлить;

5) Проверить взрывозащиту и изоляцию применяемого оборудования.

На весь период работ.

1. В зоне производства работ организовать места для приема пищи, отдыха и санитарно – гигиенические зоны. Жилой городок расположить на расстоянии не менее 100 м от места производства работ;

2. Перед началом работ в приемке переносным газоанализатором АНТ–2М проверить уровень загазованности воздушной среды согласно разделу При этом содержание паров нефти и газов не должно превышать предельно допустимой концентрации (ПДК) по санитарным нормам (для нефти 0,01 % об. Или 300 мг/м<sup>3</sup>), при проведении газоопасных работ, при условии защиты органов дыхания, не должно превышать предельно-допустимую взрывобезопасную концентрацию (ПДБК), для паров нефти 2100 мг/ м<sup>3</sup>;

3. При сильном притоке грунтовых вод стенки ремонтного котлована должны крепиться металлическими или деревянными шпунтами, а при их отсутствии – деревянными сваями;

					Социальная ответственность	Лист
						123
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. Всю гусеничную технику, используемую при производстве работ, оборудовать устройствами, предохраняющими от бокового скольжения;

5. Проверить наличие спецодежды, спец обуви и СИЗ у исполнителей по видам работ (костюм х/б, костюм сварщика, противогаз шланговый, страховочный пояс, страховочная веревка, защитная каска и т.д.).

## **2. Электрическая дуга и искры при сварке**

Сварку труб производят ручной электродуговой сваркой. Для ручной электродуговой сварки существует несколько опасных факторов воздействий на сварщика:

- поражение электрическим током при прикосновении человека к токовыводящим частям электрической цепи;
- ожоги от капель брызг металла и шлака при сварке;
- взрыва в результате проведения сварки вблизи легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ;
- травмы механического характера при подготовке трубопровода к сварке и в процессе сварки.

Для защиты от данного опасного фактора необходимо проверить наличие спецодежды, спец обуви и СИЗ у исполнителей по видам работ (костюм х/б, костюм сварщика, противогаз шланговый, страховочный пояс, страховочная веревка, защитная каска и т.д.). Электросварщику следует работать на резиновом коврике, пользоваться диэлектрическими перчатками. Рабочие места должны быть снабжены индивидуальными аптечками и индивидуальными средствами пожаротушения. Для тушения электрооборудования должны быть применены углекислотные огнетушители.

## **3. Взрывоопасность и пожароопасность**

- Источниками возникновения пожара могут быть устройства электропитания, где в результате различных нарушений образуются

					Социальная ответственность	Лист
						124
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

перегретые элементы,

- электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов, короткие замыкания, перегрузки. Источники взрыва – газовые баллоны, трубопровод под давлением.

- Результатам негативного воздействия пожара и взрыва на организм человека являются ожоги различной степени тяжести, повреждения и возможен летальный исход.

- Предельно – допустимая концентрация паров нефти и газов в рабочей зоне не должна превышать по санитарным нормам  $300 \text{ мг/м}^3$ , при проведении газоопасных работ, при условии защиты органов дыхания, не должно превышать предельно – допустимую взрывобезопасную концентрацию (ПДВК), для паров нефти  $2100 \text{ мг/м}^3$ .

При производстве работ по сооружению подводного перехода необходимо руководствоваться следующими нормативно-техническими документами:

- ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»;

а также другими утвержденными в установленном порядке региональными нормами и правилами, нормативными документами, регламентирующими требования пожарной безопасности.

- Подрядчик отвечает за пожарную безопасность при работе и на участках работ в течение всего времени выполнения Контракта.

- Ответственных за пожарную безопасность определяет руководитель объекта. Персональная ответственность за обеспечение пожарной безопасности объекта в соответствии с действующим законодательством возлагается на его руководителей.

- Все работники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа, а при изменении специфики

					Социальная ответственность	Лист
						125
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

работы проходить дополнительное обучение, по предупреждению и тушению возможных пожаров в порядке установленном руководителем.

- Буровая установка, насосные станции, силовой блоки, электростанции, служебно-бытовые и производственно-складские помещения, а также территория расположения указанных помещений и должны обеспечиваться первичными средствами пожаротушения.
- Площадка буровых работ должна быть укомплектована следующими первичными средствами пожаротушения:

Таблица 5.3-1 Первичные средства пожаротушения

Наименование	Количество	
	Буровой комплекс	Территория занятая зданиями и сооружениями (каждые 5000 м <sup>2</sup> )
Огнетушители ручные воздушно-пенные	3	2
Огнетушители углекислотные (порошковые)	4	1
Ящики с песком (1 м <sup>3</sup> )	2	1
Ведра	2	2
Асбестовые полотна, кошма, войлок	1	1
Штыковые лопаты	4	2
Топоры	2	2
Ломы	2	2
Багры	2	2

- Для размещения огнетушителей, ломов, багров, топоров и лопат на территории монтажных площадок должны изготавливаться пожарные щиты, которые располагаются на видных и легко доступных местах. Конструкция ящика для песка должна быть удобной для извлечения песка и исключать попадание в него осадков. Ящик должен укомплектовываться совковой лопатой. Для предупреждения комкования песок перед засыпкой в ящик должен просушиваться и просеиваться. Асбестовую ткань, кошму, войлок, следует хранить в металлических футлярах с крышками. Огнетушители, ящики для песка, бочки для воды, ведра, ручки для лопат и

топоров, футляры для асбестового волокна окрашиваются в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026-76.

- Подрядчик обязан обеспечить наличие в достаточном количестве противопожарного оборудования, а его работники должны быть обучены работе с таким оборудованием.

- Автомашины, тракторы и спецтехника укомплектовывается разными ручными углекислотными или порошковыми огнетушителями из расчета не менее двух на единицу техники.

- На территории производства буровых работ должны отводиться специальные места для курения, оборудованные урнами для окурков.

- Промасленный, либо пропитанный дизельным топливом, бензином или иными горючими жидкостями обтирочный материал должен собираться в специальную металлическую тару (ящики, бачки) с плотно закрывающимися крышками. По окончании рабочей смены тара с использованным обтирочным материалом должна транспортироваться в места утилизации согласно требованиям охраны окружающей среды.

#### **4. Электрический ток**

Опасность поражения электрическим током существует при работе с прорезными устройствами типа МРТ и при сварке.

Безопасное напряжение соответствует 50 В.

Поражение человека электрическим током или электрической дугой может произойти в следующих случаях:

- При прикосновении человеком, неизолированного от земли, к нетоковедущим металлическим частям электроустановок, оказавшимся под напряжением из-за замыкания на корпусе;

- При однофазном (однополюсном) прикосновении неизолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением.

					Социальная ответственность	Лист
						127
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Электрический ток оказывает следующие воздействия на человека:

- 1) поражение электрическим током;
- 2) пребывание в шоковом состоянии;
- 3) ожоги;
- 4) нервное и эмоциональное расстройство;
- 5) смертельный исход.

1 Общие требования и номенклатура защиты разрабатывается согласно ГОСТ 12.1.019-79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность.

Общие требования и номенклатура видов защиты.

Защита от электрического тока делится на два типа:

1. Коллективная:

- Применение плакатов и знаков безопасности для предупреждения рабочих об опасности поражения электрическим током;

- Изоляция;

- Заземление устанавливается по ГОСТ 12.1.030-81;

- Ограждение

2. Индивидуальная:

- Применение диэлектрической обуви, резиновых диэлектрических перчаток;

- Использование диэлектрических резиновых ковров;

Мероприятия по созданию безопасных условий:

- инструктаж персонала;

- аттестация оборудования;

соблюдение правил безопасности и требований при работе с электротехникой.

					Социальная ответственность	Лист
						128
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



#### 4.4. Экологическая безопасность

До начала строительства подводного перехода рабочие и инженерно-технический персонал проходят инструктаж по соблюдению требований охраны окружающей среды при выполнении СМР.

При техобслуживании, заправке, ремонте плавучих средств запрещается загрязнение водоемов остатками топлива, масел и обтирочных материалов.

Производство работ, движение машин и механизмов, складирование и хранение материалов разрешается только в местах, установленных ППР.

Границы отвалов грунта при производстве подводных земляных работ должны быть точно обозначены. Отвал грунта за пределы установленных границ не допускается.

При планировке берегового откоса запрещается сталкивать грунт в русло реки.

Воду после гидравлического испытания сливают в специально сооружаемые резервуары-отстойники (амбары). Резервуары-отстойники размещают в местах, исключающих их сообщение с водоемом и попадание в него загрязненной воды.

Сброс загрязненной при испытании воды в водоемы, а также на территории, затапливаемые при паводках, запрещается.

Строительная организация назначает приказом лицо, ответственное за охрану окружающей среды, соблюдение требований экологической безопасности, природоохранного законодательства и организацию производственного экологического контроля на объекте производства работ.

С целью уменьшения загрязнения атмосферного воздуха вредными веществами, выбрасываемыми двигателями внутреннего сгорания строительной и транспортной техники, рекомендуется проведение следующих мероприятий:

					Социальная ответственность	Лист
						129
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- комплектация парка техники строительными машинами с силовыми установками, обеспечивающими минимальные удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу;

- запрет на оставление техники, не задействованной в проведении работ, с работающими двигателями в ночное время;

- движение транспорта по запланированной схеме, недопущение неконтролируемых поездок;

- контроль за содержанием загрязняющих веществ в выхлопных газах ДВС автостроительной техники и автотранспорта, задействованных в демонтажных работах;

- соблюдение правил противопожарной безопасности при выполнении всех работ.

В целях исключения негативного воздействия проектируемых строительно-монтажных работ на гидросферу предусмотрен ряд организационных мероприятий:

- запрещается движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения и стоянки в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие;

- техническое обслуживание и заправка машин и механизмов производится на специализированных базах;

- оснащение рабочих мест инвентарными контейнерами для бытовых и строительных отходов.

Таким образом, по средствам предложенных мероприятий полностью исключается возможность загрязнения поверхностных и подземных вод в период проведения работ.

До начала производства работ на участке ПТР получить Разрешение на пользование водным объектом. Работы в русле реки без полученного разрешения на пользование водным объектом **запрещены**.

Запрещено производство работ в русле реки и пойме в нерестовый период.

					Социальная ответственность	Лист
						130
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Водоохранную зону (200 м) до начала работ обозначить соответствующими знаками.

При производстве работ в водоохранных зонах рек запрещается:

- размещение складов минеральных удобрений, горюче-смазочных материалов, мест складирования и захоронения промышленных и бытовых отходов;

- складирование мусора;

- заправка топливом, мойка и ремонт автомобилей и других машин и механизмов;

- движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие;

- проведение без согласования с бассейновыми и другими территориальными органами управления использованием и охраной водного фонда Министерства природных ресурсов Российской Федерации, подводно-технических работ, а также землеройных и других работ.

В процессе проведения работ предполагается образование следующих видов отходов:

- отходы лакокрасочных средств (банки из-под краски);

- отходы полиэтилена в виде пленки;

- мусор от бытовых помещений организаций несортированный (твердые бытовые отходы);

- пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные;

- лом черных металлов в кусковой форме незагрязненный;

- отходы изолированных проводов и кабелей;

- остатки и огарки стальных сварочных электродов;

- шлак сварочный;

- минеральные шламы;

					Социальная ответственность	Лист
						131
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел 15% и более);

Складирование отходов осуществляется в условиях, исключающих загрязнение окружающей среды.

Оборудовать место производства работ инвентарными контейнерами.

Места накопления и способы хранения отходов обеспечивают:

- отсутствие влияния размещаемого отхода на окружающую среду;
- предотвращение потери отходом свойств вторичного сырья в результате неправильного сбора и хранения;
- недопущение замусоривания территории;
- удобство вывоза отходов.

Согласно ФЗ «Основные требования к местам и способам временного хранения отдельных видов отходов», временное размещение с последующим вывозом на полигоны утилизации отходов должно производиться на специально оборудованных площадках с твердым покрытием и эффективной защитой от ветра и атмосферных осадков. Вывоз отходов производится по договору и графику автомашинами специализированной службы. Раздельное хранение отходов различных классов опасности создает условия для их утилизации. К площадкам сбора мусора обеспечивается подъезд мусоровозной машины.

Перед транспортировкой проверяется затаривание отходов с целью исключения пыления, разливов и других потерь по пути следования и загрязнения окружающей среды.

Соблюдение правил техники безопасности и экологической безопасности при хранении отходов предусматривается следующим образом - отходы хранятся в металлических контейнерах на подготовленной площадке с обеспечением подъезда автотранспорта для дальнейшей транспортировки их на полигон.

					Социальная ответственность	Лист
						132
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

#### 4.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Строительные работы, выполняемые в местах расположения действующих подземных коммуникаций и сооружений сторонних организаций, должны проводиться с соблюдением специальных правил, установленных для организаций, эксплуатирующих эти коммуникации, выданных технических условий.

При возникновении аварийной ситуации (обнаружение пожара, задымление, выход нефти, повышенная загазованность) необходимо:

- прекратить все виды работ;
- принять меры по эвакуации людей;
- поставить в известность руководство подрядной организации, эксплуатирующую организацию и диспетчеров объекта;
- в случае возникновения аварийной ситуации сообщить в диспетчерскую службу эксплуатирующей организации по телефону, указанному в приложении 4, сообщить руководству, при возникновении пожара также сообщить в пожарную охрану по телефону 01 (112) и приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения;
- при несчастном случае необходимо оказать пострадавшему первую (доврачебную) помощь, вызвать скорую медицинскую помощь или отправить пострадавшего в ближайшее лечебное учреждение.

При чрезвычайных ситуациях, требующих выполнения безотлагательных аварийно-восстановительных работ в охранных зонах инженерных коммуникаций, допускается проводить такие работы без предварительного согласования с представителями организаций, эксплуатирующих указанные коммуникации, при условии выполнения следующих требований:

одновременно с началом аварийно-восстановительных работ и направлением извещения об аварии, независимо от времени суток, телефонограммой организациям, эксплуатирующим коммуникации,

					Социальная ответственность	Лист
						133
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

проложенные в одном техническом коридоре, и владельцам земельного участка сообщается о необходимости производства работ с просьбой направления их представителей;

прибывший на место аварии представитель организации, эксплуатирующей инженерные коммуникации, обязан уточнить место расположения линейных сооружений, определить дальнейшие меры по обеспечению их сохранности и присутствовать до полного окончания работ.

Все работы в охранной зоне магистральных трубопроводов должны выполняться в соответствии с «Правилами охраны магистральных трубопроводов» (утверждены постановлением Госгортехнадзора России от 22.04.1992 г. №9), в охранной зоне объектов электросетевого хозяйства - в соответствии с «Правилами установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон» (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 24.02.2009 г. № 160), в охранной зоне линий и сооружений связи - в соответствии с «Правилами охраны линий и сооружений связи Российской Федерации» (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 09.06.1995 г. №578), техническими условиями, выданными организациями, эксплуатирующими инженерные коммуникации.

Мероприятия и особые условия, предусмотренные ТУ владельцев коммуникаций, в охранных зонах которых производятся работы, являются обязательными для выполнения подрядными организациями.

#### **4.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Для выполнения работ допускается только аттестованный персонал, имеющие удостоверения аттестации и допуск к данным видам работам.

					Социальная ответственность	Лист
						134
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Обучение персонала производится: в соответствии с централизованным графиком повышения квалификации и профессиональной переподготовки руководителей и специалистов.

Обучение на курсах повышения квалификации проводится на базе ведущих учебных заведений страны с целью повышения общего уровня образования и общетеоретической подготовки.

График обучения формируется отделом кадров и социального обеспечения по согласованию с отделом технического состояния объектов и утверждается Генеральным директором Общества..

					Социальная ответственность	Лист
						135
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований и сбора данных по объекту, а также на основании проведенных расчетов был запроектирован подводный переход газопровода через р. Лена при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири».

В данной ВКР предусматривается устройство двухниточного перехода через р. Лена. Протяженность перехода газопровода через реку в границах участка подводно-технических работ составляет 1750 м по основной нитке и 1730 м по резервной.

Участок газопровода через реку, укладываемый траншейным методом, принимаем из труб:

- труба диаметром 1420х32 мм с классом прочности К60, первого уровня качества; с заводским трехслойным полимерным покрытием толщиной не менее 3,0 мм (тип 1).

В результате проделанной работы определены следующие решения:

- разработка подводной траншеи производим экскаватором с понтона с навесным оборудованием гидромолот.

- наиболее оптимальным способом укладки забалластированного участка трубопровода (дюкера) является протаскивание по дну траншеи с помощью лебедки установленной на противоположном берегу от монтажной площадки, на которой осуществлялась сборка дюкера. Укладка на пойменные участки выполняется с бровки траншеи кранами-трубоукладчиками.

- работы по засыпке трубопровода в русловой части выполнены с помощью плавсредств (понтон ПП-190, ПП-90), перемещаемой с помощью

					Сооружение подводного перехода газопровода через р. Лена при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Кокорин И.Ю.			Заключение	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Сарцев А.Л.					136	144
Консульт.						ТПУ гр.3-2Б5А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						



ходовых тросов. На понтонной переправе ПП-190 установлен экскаватор «Хитачи», грунт подается бульдозером по льду в майны.

- для обеспечения устойчивости положения трубопроводов против всплытия на пересечении с рекой принято решение о применении балластирующих устройств (ЗУБ).

- на переходе реки было принято решение о выполнении берегоукрепительных работ.

- для контроля защитного потенциала газопровода принято решение об установке контрольно-измерительных пунктов.

- в соответствии с выполненными расчетами подобрана наиболее оптимальная толщина стенки трубопровода.

Так же была определена последовательность выполнения работ. Описаны технологические этапы выполняемых работ с кратким их описанием и требованиями к выполнению.

Определены сроки выполнения работ, потребность людских и технических ресурсов.

На основании расчетов были обеспечены все необходимые условия для безопасной и бесперебойной работы проектируемого газопровода

					Заключение	Лист
						137
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: Учеб. пособие для хим., хим. технол. и биол. спец. вузов / Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. - М.: Высш. шк., - 2002. - 334 с
2. Справочник по машиностроительному черчению / Чермарев А.А., Осипов В.К. -2-е изд., перераб. М.: Высш. шк.; Изд. Центр «Академия», 2001. - 493 с.
3. Бородавкин П.П., Березин В.И. Сооружение магистральных трубопроводов. -М.: Недра, 1977. 407 с.
4. Земляные работы / Рейш А.К., Куртинов А.П., Дегтярев и др. 2 - е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1984. - 320 с.
5. Яковлев А.Я. Разработка методов обеспечения устойчивости участков газопроводов, пересекающих малые водные преграды: Дис. . к.т.н: 25.00.19 / ООО ВНИИГАЗ. 2001. - 168 с.
6. Плис А.И., Сливина Н.А. Mathcad 2000. Математический практикум для экономистов и инженеров: Учеб. пособие. М.: Финансы и статистика, 2000.-656 с.
7. Гидромеханизация. Справочный материал / Ялтанец И.М., Егоров В.К. М.: Изд - во МГГУ., 1999. - 338 с.
8. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения: СНиП 11 02 - 96: Утв. Пост. Минстроя России от 29.10.96 № 18 - 77: взамен СНиП 1.02.07 - 87: Госстрой России // ПНИИИС. - М., 1997. -43 с.
9. Левин С.И. Подводные трубопроводы. М.: Недра, 1970. - 288 с.
10. Подготовка, транспорт и хранение скважиной продукции: учебное пособие/ Н.А. Сваровская; Томский политехнический университет.-2-е изд.-Томск:Изд-во Томского политехнического университета, 2009.-299 с.
11. Ф.М. Мустафин, Л.И. Быков, Г.Г. Васильев, А.Г. Гумеров, А.Е. Лаврентьев, И.Ф. Кантемиров, А.М. Нечваль, И.Ш. Гамбург, А.М. Суворов, Р.Ф. Гильметдинов, С.К. Рафиков, Н.И. Коновалов.- Технология сооружения газонефтепроводов. Под ред. Г.Г. Васильева. Т.1: Учебник.- УФА: Нефтегазовое дело, 2007.-632 с.

					Сооружение подводного перехода газопровода через р. Лена при строительстве магистрального газопровода «Сила Сибири»			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Кокорин И.Ю.			Список использованных источников	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Сарцев А.Л.					138	144
Консульт.						ТПУ гр.3-2Б5А		
Рук-ль ООП		Брусник О.В.						

12. СП 11-105-97.Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических инженерно-геологических процессов/Госстрой России. - М.: ПНИИИС Госстроя России, 2000.
13. СНиП 22-01-95 «Геофизика опасных природных воздействий».
14. ГОСТ 25100-95 «Грунты. Классификация».
- 15.СНиП 23-01-99\* «Строительная климотология».
- 16.СНиП 2.02.01-83\* «Основание зданий и сооружений».
17. СП 50-101-2004 «Свод правил по проектированию и строительству».
18. СНиП II-7-81\* «Строительство в сейсмических районах».
19. ГОСТ 20522-96 «Грунты. Методы статической обработки результатов испытания».
20. СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозий».
21. СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы».
22. СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия».
23. САНПИН 2.2.3.1384-03 «Гигиенические требования к организации строительного производства и строительных работ».
24. ПОТ Р М-007-98 «Межотраслевые правила по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов».
25. СП 48.13330.2011 «Организация строительства» .
26. СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть I. Общие требования».
27. СНиП 3.01.03-84 «Геодезические работы в строительстве».
28. СНиП III-42-80\* «Магистральные трубопроводы».
29. СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».
30. ВСН 012-88. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ. Часть I, II.
31. СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть II. Строительное производство».
32. СП 126.13330.2012 «Геодезические работы в строительстве».
- 33.СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты.
34. СТО Газпром 2-2.2-457-2010 «Магистральные газопроводы».
35. СТО Газпром 2-2.2-382-2009 Магистральные газопроводы. Правила производства и приемки работ при строительстве сухопутных участков газопроводов, в том числе в условиях Крайнего Севера.
36. ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод».

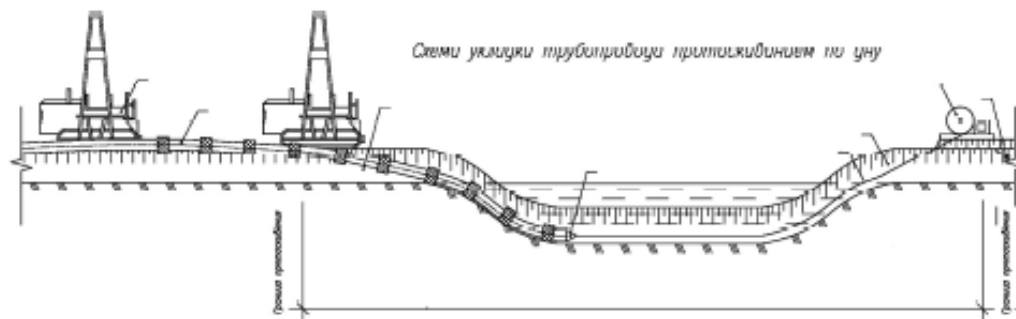
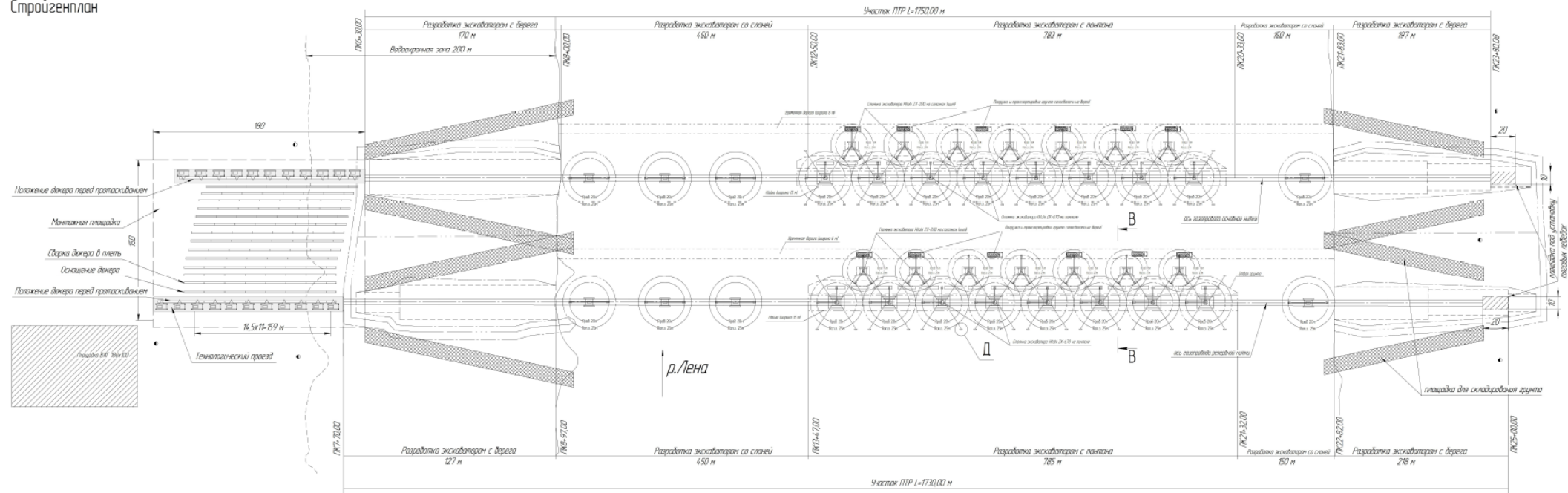
					Список использованных источников	Лист
						139
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

37. ГОСТ 14782-86 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые».
38. СТО Газпром 2-2.2-457-2010 «Магистральные газопроводы. Правила производства и приемки работ переходов газопроводов через водные преграды, в том числе в условиях Крайнего Севера».
39. Нефтегазовое дело. Полный курс. Учебное пособие / Тетельмин В.В., Язев В.А.-Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2009. – 800 с.
40. СТО Газпром 2-2.2-136-2007 «Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов». Часть I / ПАО «Газпром»; ООО "ВНИИГАЗ".
41. СТО Газпром 2-2.4-083-2006 «Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промысловых газопроводов».
42. ПБ 03-273-99 «Правил аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства».
43. РД 03-495-02 «Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства».
44. ГОСТ 9.402-2004 «Единая система защиты от коррозии и старения. Покрyтия лакокрасочные. Подготовка металлических поверхностей к окрашиванию».
45. РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю».
46. ГОСТ 7512-82 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод».
47. ГОСТ 14782-86 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые».
48. ПБ 03-440-02 «Правила аттестации персонала в области неразрушающего контроля».
49. СТО Газпром 2-3.5-354-2009 «Порядок проведения испытаний магистральных газопроводов в различных природно – климатических условиях».

					Список использованных источников	Лист
						140
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

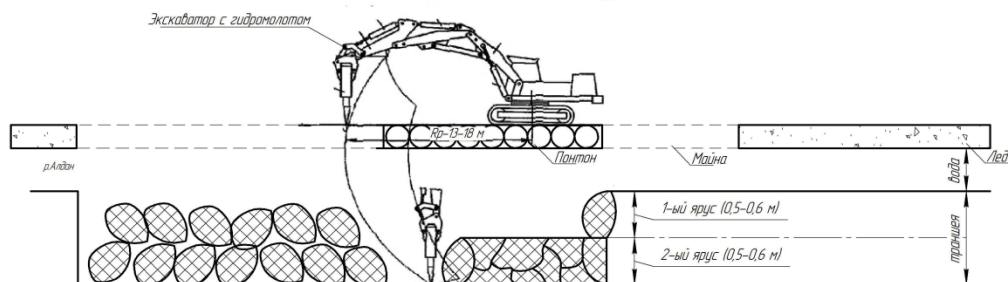
# Приложение 1. СТРОЙГЕНПЛАН

Стройгенплан



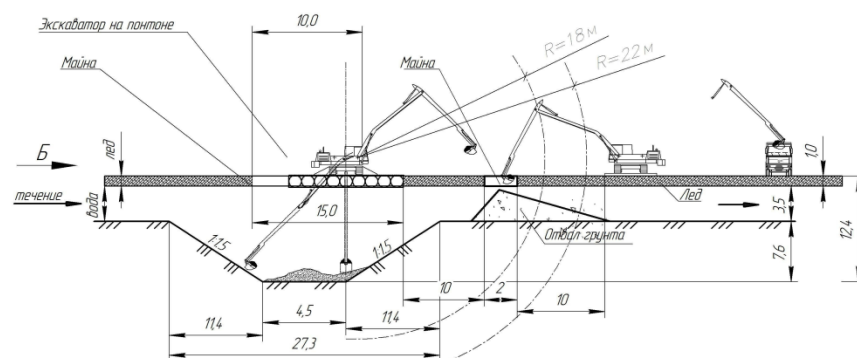
## Приложение 2. Схема рыхления грунта и доработки подводной траншеи

*рыхление грунта VI группы экскаватором с гидромолотом*

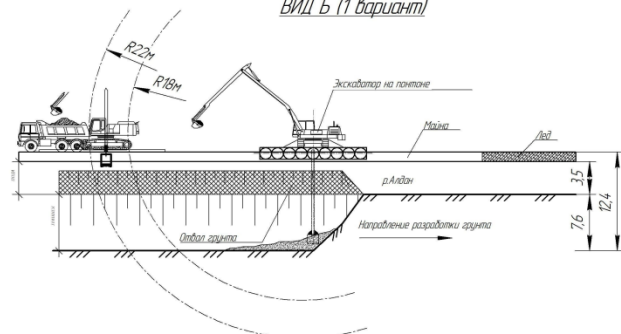


*доработка дна подводной траншеи экскаватором с понтона*

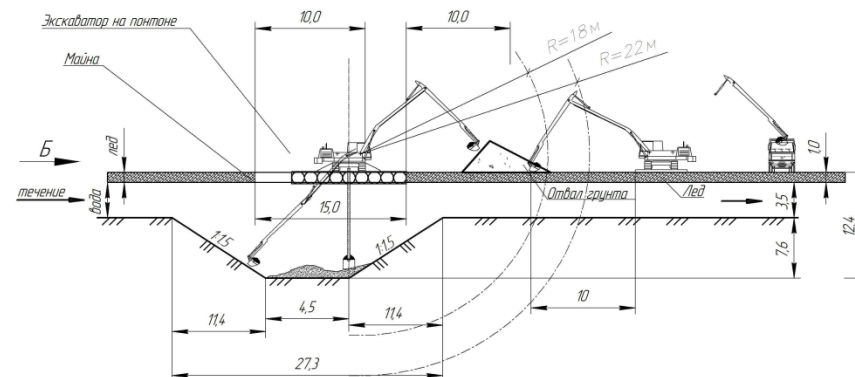
*ВИД А (1 вариант)*



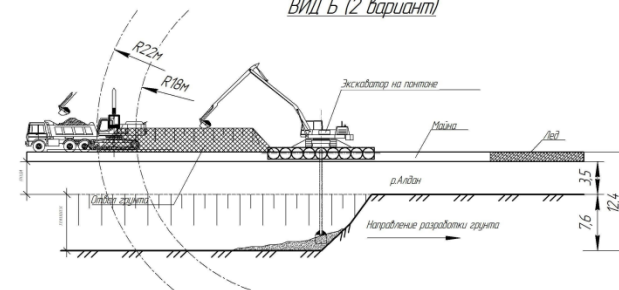
*ВИД Б (1 вариант)*



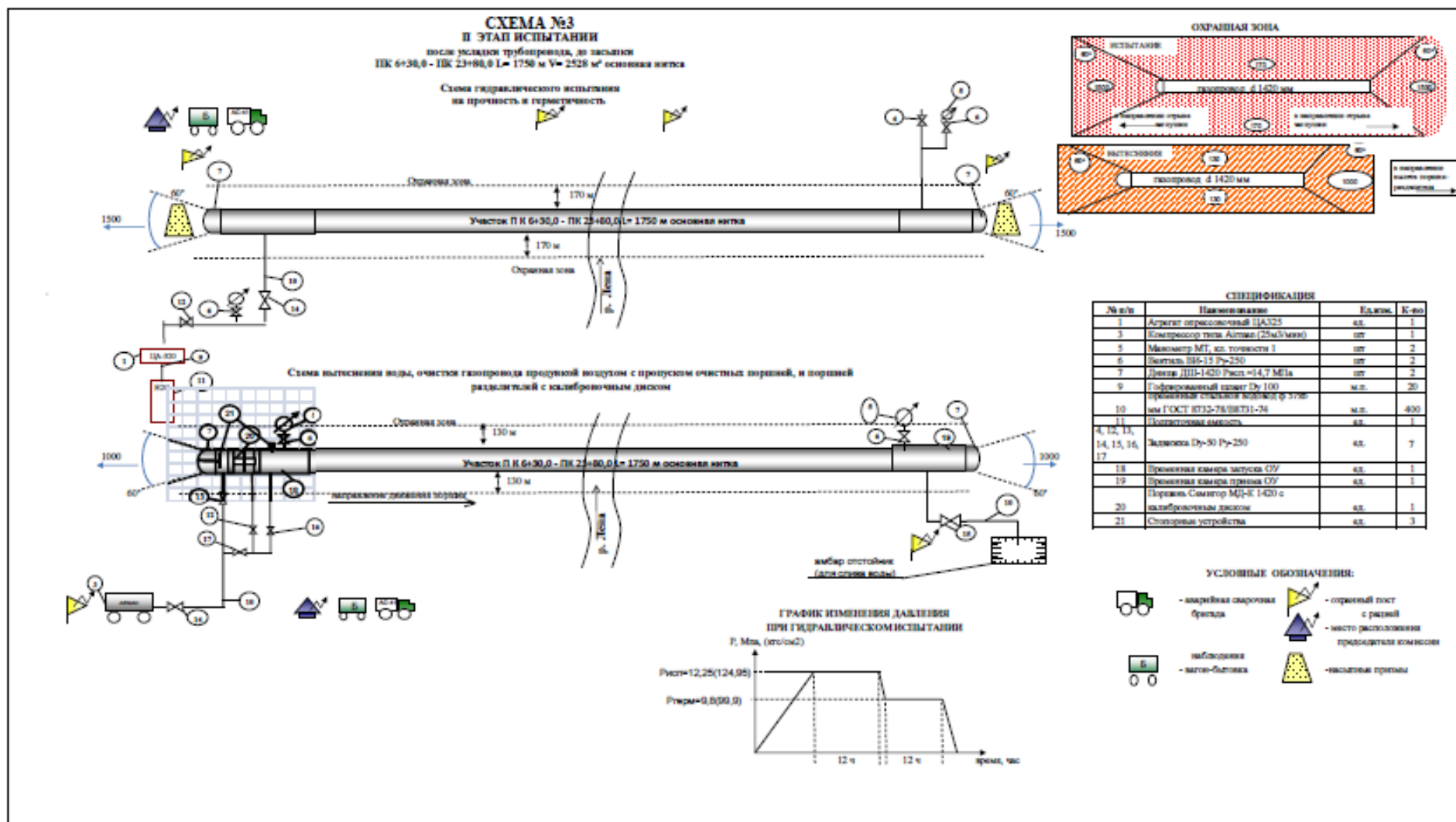
*ВИД А (2 вариант)*



*ВИД Б (2 вариант)*



## 143





**Приложение 4. Схема проведения испытания газопровода на прочность и проверка на герметичность, схема вытеснения воды, очистки газопровода продувкой воздухом с пропуском очистных поршней, и поршней разделителей с калибровочным диском (резервная нитка).**

